



ESCOLA NAVAL

ta s'ant de b'faire



Tiago Puga de Oliveira Luzes

Realidade Virtual no contexto do Salvamento Marítimo

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Ciências Militares Navais, na especialidade de Marinha



Escola Naval, 16 de Setembro de 2020



ESCOLA NAVAL

ta tant de bien faire



Tiago Puga de Oliveira Luzes

Realidade Virtual no contexto do Salvamento Marítimo

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Ciências Militares Navais, na especialidade de Marinha

Orientação de: Professor Doutor Anacleto Cortez e Correia

Co-orientação de: CFR Rodrigo Nunes de Castro

O Aluno Mestrando,

Aspirante M Tiago Luzes



O Orientador,



Prof. Dr. Anacleto Correia

“I will never quit. I persevere and thrive on adversity. My nation expects me to be physically harder and mentally stronger than my enemies. If knocked down, I will get back up, every time. I will draw on every remaining ounce of strenght to protect my teammates... I am never out of the fight!”

Lema dos *Navy Seal*.

Dedico a presente dissertação de mestrado aos meus pais e irmã, por todo o apoio
dado ao longo de toda a minha vida. Sem eles não estaria aqui.

Agradecimentos

A realização deste trabalho apenas foi possível pelo apoio constante de várias pessoas que contribuíram direta e indiretamente. Por isso, é importante reconhecer o seu contributo ao longo deste período.

Em primeiro lugar gostaria de agradecer ao meu orientador, Senhor Professor Anacleto Cortez e Correia, por todos os conselhos e correções feitas ao longo deste percurso. O seu apoio, disponibilidade e orientação foram essenciais para levar a presente dissertação a bom porto.

Em segundo lugar, agradecer ao meu co-orientador, Capitão-de-Fragata Nunes de Castro por ter sido a ponte entre a Escola Naval e o Destacamento de Mergulhadores Sapadores N^o2.

Gostaria também, de agradecer ao 1^o Tenente Violante da Luz, Comandante do Destacamento de Mergulhadores Sapadores N^o2, ao seu antigo Imediato, 1^o Tenente Pais Berardinelli e recente Imediato, 2^o Tenente Almeirim Bravo por todo o apoio, disponibilidade e informações fornecidas relativamente à área do mergulho. A informação transmitida e disponibilidade foram essenciais para conseguir alcançar com sucesso esta etapa.

Não podia deixar de agradecer aos meus camaradas mais próximos, por todo o apoio e auxílio que forneceram ao longo dos 5 anos juntos na Escola Naval. Sem eles, esta jornada tinha sido muito mais difícil.

Por último, mas mais importante, gostaria de agradecer à minha família, por me terem ajudado e contribuído em todos os momentos da minha vida.

Muito obrigado a todos!

Resumo

Com os avanços tecnológicos verificados nos últimos anos, uma das tecnologias que tem sido frequentemente usada para o ensino e formação, é a Realidade Virtual.

A Marinha Portuguesa tem como principais missões o ensino e formação dos seus elementos e o salvamento marítimo. Isto pode ser fornecido pela utilização da Realidade Virtual, através da criação de cenários tridimensionais simulados, promovendo as interações entre o ambiente e o utilizador que possibilita o treino virtual para ações de salvamento marítimo.

Com a realização do presente trabalho pretende-se, não só captar as potencialidades da tecnologia da Realidade Virtual, mas também fornecer à Marinha Portuguesa uma ferramenta de ensino e de formação através desta tecnologia. Para esse efeito, foi realizado o levantamento de requisitos relativamente às melhores tecnologias para a criação da solução final, incluindo os procedimentos do mergulho que melhor se adequam no ambiente interativo.

Após a construção do artefacto, a mesma foi experimentada e avaliada por Aspirantes e Cadetes da Escola Naval. Com os dados obtidos, foi possível concluir que o objetivo principal da presente dissertação de mestrado foi concluído e com isso, os procedimentos e conhecimentos numa ação de salvamento marítimo podem ser aperfeiçoados e treinados através da ferramenta criada.

O trabalho realizado é apenas um protótipo, que demonstra o impacto que a Realidade Virtual pode ter no ensino e na formação de jovens mergulhadores, podendo ser implementada pela Marinha Portuguesa.

Palavras-chave: Salvamento Marítimo, Realidade Virtual, *Storyboard*, Gamificação, Mergulho.

Abstract

With technological advances in recent years, one of the technologies that has been frequently used for education and training, is Virtual Reality.

The Portuguese Navy's main missions are the education and training of its elements and maritime rescue. This can be provided by the use of Virtual Reality, through the creation of simulated three-dimensional scenarios, promoting interactions between the environment and the user that enables virtual training for maritime rescue actions.

The purpose of this work is not only to capture the potential of Virtual Reality technology, but also to provide the Portuguese Navy with a teaching and training tool through this technology. For this purpose, requirements were surveyed regarding the best technologies for creating the final solution, including the diving procedures that best suit the interactive environment.

After the construction of the artefact, it was tried and evaluated by Aspirants and Cadets of the Naval School. With the data obtained, it was possible to conclude that the main objective of this master's dissertation was concluded and with that, the procedures and knowledge in a maritime rescue action can be improved and trained through the tool created.

The work done is only a prototype, which demonstrates the impact that Virtual Reality can have on the teaching and training of young divers, which can be implemented by the Portuguese Navy.

Keywords: Sea Rescue, Virtual Reality, Storyboard, Gamification, Scuba Dive.

Índice

Introdução	1
1 Revisão da Literatura	7
1.1 Gamificação	7
1.2 <i>Storyboard</i>	11
1.3 Plataformas de Realidade Virtual	13
1.4 Conclusão	16
2 Domínio do Problema: Levantamento de Requisitos	17
2.1 Mergulho de Salvamento Marítimo	17
2.2 Procedimentos de Salvamento Marítimo	19
2.3 Buscas Subaquáticas	21
2.4 Conclusão	24
3 Conceção da Solução	25
3.1 Desenho do Processo de Gamificação	25
3.2 Desenho do Ambiente Sintético de Treino	27
3.2.1 Nível 1	30
3.2.2 Nível 2	32
3.2.3 Nível 3	34
3.2.4 Nível 4	36
3.3 Conclusão	40
4 Construção da Solução	41
4.1 Menu Principal	43
4.2 Nível 1	44
4.3 Nível 2	46
4.4 Nível 3	50
4.5 Nível 4	50
4.6 Painel de Resultados	51
4.7 Exportação do Ambiente Virtual	53
4.8 Conclusão	53

5	Validação da Solução	55
5.1	Análise de Resultados	56
5.2	Análise Estatística	62
5.3	Análise <i>Eye-Tracking</i>	67
	Conclusão	70
	Apêndices	77
A	Tabelas de Descompressão	77
B	Cenário	79
C	Utensílios presentes no Ambiente Sintético	81
D	Controlos do Ambiente Sintético	83
E	Questionário	85
F	Respostas ao Questionário	93
G	Folha de cálculo <i>Excel</i> - SUS	105
H	Artigo Científico	107
	Anexos	113
I	Elementos do <i>design</i> de jogos	113

Lista de Figuras

1	Tráfego marítimo no primeiro trimestre de 2020.	2
2	Ciclo Regulador.	4
3	Estrutura da dissertação.	5
1.1	Modelo de determinação própria.	9
1.2	Matriz de ação social.	9
1.3	Sistema <i>Octalysis</i>	10
1.4	Tipos de <i>storyboard</i>	12
1.5	Tipos de Realidade Virtual.	14
2.1	Técnicas de busca: Busca semicircular com apoio da superfície. . . .	22
2.2	Técnicas de busca: Varrimento com apoio da superfície e submerso.	22
2.3	Técnicas de busca: Busca Circular.	23
2.4	Técnicas de busca: Varrimento em “U” com linha guia da superfície.	23
2.5	Técnicas de busca: Varrimento Paralelo.	24
3.1	Elementos do <i>design</i> de jogos interligados.	26
3.2	Passagens de níveis.	28
3.3	<i>Storyboard</i> do Nível 1.	31
3.4	Elementos da Gamificação aplicados no SB do Nível 1.	32
3.5	<i>Storyboard</i> do Nível 2.	33
3.6	Elementos da Gamificação aplicados no SB do Nível 2.	35
3.7	<i>Storyboard</i> do Nível 3.	36
3.8	Elementos da Gamificação aplicados no SB do Nível 3.	37
3.9	<i>Storyboard</i> do Nível 4.	38
3.10	Elementos da Gamificação aplicados no SB do Nível 4.	39
4.1	<i>Male Scuba Diver Pro</i>	41
4.2	Capacete de Mergulho.	42
4.3	Comparação entre o NRP Andrómeda e o navio construído através da plataforma <i>Unity</i>	42
4.4	Terreno construído na plataforma <i>Unity</i>	43
4.5	<i>Build Settings</i>	44

4.6	Menu Principal.	44
4.7	Informação disponibilizada no Menu Principal do Ambiente Virtual.	45
4.8	Tempo de missão no Ambiente Virtual.	45
4.9	Mensagem de missão não concluída.	46
4.10	Menu Informativo dos 4 Níveis.	47
4.11	Esfera com Bandeira Nacional para atribuição de pontos ao utilizador.	47
4.12	Nível 1: Mensagem que a vítima foi recuperada.	48
4.13	Nível 1: Painel de informação com os utensílios.	48
4.14	Nível 1: Esfera brilhante para a passagem de nível.	49
4.15	Nível 2: Utilização da lanterna.	49
4.16	Nível 2: Caixa Cifra.	49
4.17	Nível 3: Escotilha de acesso ao pavimento inferior.	50
4.18	Nível 3: Esfera brilhante para a passagem de nível.	51
4.19	Nível 4: Marreta LA.	52
4.20	Nível 4: Mensagem de perigo.	52
4.21	Nível 4: Capacete de mergulho.	52
4.22	Nível 4: Espaço de máquinas.	53
4.23	Painel de resultados.	53
4.24	Logótipo do ambiente criado.	54
5.1	Gráficos do questionário referentes ao conhecimento das ações de salvamento marítimo.	57
5.2	Gráfico da Questão 5 da Secção 3.	58
5.3	Gráfico da Questão 7 da Secção 3.	58
5.4	Gráfico e Tabela resumo da Questão 1 e 2 da Secção 5.	59
5.5	Gráfico da Questão 5 da Secção 5.	60
5.6	Gráfico da Questão 7 da Secção 5.	60
5.7	Gráficos das Questões 1 e 2 da Secção 5.	60
5.8	Gráfico da Questão 4 da Secção 4.	61
5.9	Gráficos das Questões 5 e 6 da Secção 5.	61
5.10	<i>Eye Tracker</i>	67
5.11	Fixações do Nível 1 pelos quatro mergulhadores.	68
5.12	Fixações do Nível 2 pelos quatro mergulhadores.	69
5.13	Fixações do Nível 3 pelos quatro mergulhadores.	69
5.14	Fixações do Nível 4 pelos quatro mergulhadores.	70
C.1	Ferramentas utilizadas.	81
F.1	Gráfico da Questão 1 da Secção 2.	93

F.2	Gráfico da Questão 2 da Secção 2.	93
F.3	Gráfico da Questão 3 da Secção 2.	93
F.4	Gráfico da Questão 4 da Secção 2.	94
F.5	Gráfico da Questão 5 da Secção 2.	94
F.6	Gráfico da Questão 6 da Secção 2.	94
F.7	Gráfico da Questão 1 da Secção 3.	94
F.8	Gráfico da Questão 2 da Secção 3.	95
F.9	Gráfico da Questão 3 da Secção 3.	95
F.10	Gráfico da Questão 4 da Secção 3.	95
F.11	Gráfico da Questão 5 da Secção 3.	95
F.12	Gráfico da Questão 6 da Secção 3.	96
F.13	Gráfico da Questão 7 da Secção 3.	96
F.14	Gráfico da Questão 1 da Secção 4.	96
F.15	Gráfico da Questão 2 da Secção 4.	97
F.16	Gráfico da Questão 3 da Secção 4.	97
F.17	Gráfico da Questão 4 da Secção 4.	97
F.18	Gráfico da Questão 5 da Secção 4.	98
F.19	Gráfico da Questão 6 da Secção 4.	98
F.20	Gráfico da Questão 7 da Secção 4.	98
F.21	Gráfico da Questão 8 da Secção 4.	99
F.22	Gráfico da Questão 9 da Secção 4.	99
F.23	Gráfico da Questão 10 da Secção 4.	99
F.24	Gráfico da Questão 1 da Secção 5.	100
F.25	Gráfico da Questão 2 da Secção 5.	100
F.26	Gráfico da Questão 3 da Secção 5.	100
F.27	Gráfico da Questão 4 da Secção 5.	101
F.28	Gráfico da Questão 5 da Secção 5.	101
F.29	Gráfico da Questão 6 da Secção 5.	101
F.30	Gráfico da Questão 7 da Secção 5.	102
F.31	Gráfico da Questão 8 da Secção 5.	102
F.32	Gráfico da Questão 1 da Secção 6.	102
F.33	Gráfico da Questão 2 da Secção 6.	103
F.34	Gráfico da Questão 3 da Secção 6.	103
F.35	Gráfico da Questão 4 da Secção 6.	103
F.36	Gráfico da Questão 5 da Secção 6.	104
F.37	Gráfico da Questão 6 da Secção 6.	104
F.38	Gráfico da Questão 7 da Secção 6.	104

G.1	Folha de cálculo <i>Excel</i> do SUS até aos 16 inquiridos.	105
G.2	Folha de cálculo <i>Excel</i> do SUS dos 17 até aos 32 inquiridos.	105

Lista de Tabelas

1.1	Matriz de Decisão dos <i>Frameworks</i>	11
1.2	Matriz de Decisão das Plataformas de Desenvolvimento.	15
3.1	Elementos do <i>design</i> de jogos associados com os elementos fundamen- tais do Sistema <i>Octalysis</i>	27
3.2	Importância das Tarefas.	29
3.3	Pontuação do Tempo de Missão por Nível.	29
3.4	Pontuação das Tarefas do Nível 1.	31
3.5	Pontuação das Tarefas do Nível 2.	34
3.6	Pontuação das Tarefas do Nível 3.	36
3.7	Pontuação das Tarefas do Nível 4.	39
5.1	Respostas ao questionário: Género e Idade.	56
5.2	Nível de conhecimento da tecnologia de RV.	57
5.3	Médias de respostas do questionário SUS.	63
5.4	Classificação do Sistema SUS.	63
5.5	Relação do valor de <i>p-value</i> e da hipótese nula.	64
5.6	Análise de dados da Questão 1 da secção 6 do questionário realizado.	65
5.7	Análise de dados da Questão 2 da secção 6 do questionário realizado.	65
5.8	Análise de dados da Questão 3 da secção 6 do questionário realizado.	66
A.1	Tabela de Mergulho com Ar 1	77
D.1	Controlos do ambiente sintético.	83
I.1	Dinâmicas de jogo - Conceitos.	113
I.2	Mecânicas de jogo - Conceitos.	113
I.3	Componentes de jogo - Conceitos.	114

Lista de Acrónimos

AHFE	<i>Applied Human Factors and Ergonomics.</i>
AR	Assembleia da República.
AUV	<i>Autonomous Underwater Vehicle.</i>
CBMEG	Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás.
DL	Decreto-Lei.
DMS	Destacamento de Mergulhadores Sapadores.
DSR	<i>Design Science Research.</i>
EF	Elementos Fundamentais.
EMA	Estado Maior da Armada.
ETU	Curso de Especialização em Oficial Mergulhador Sapador.
GAMA	Gabinete de Investigação de Acidentes Marítimos.
GN	Governo Nacional.
IOA	Instrução Operacional da Armada.
LA	Limitação e Avarias.
MP	Marinha Portuguesa.
METOC	Condições MEteorológicas e OCeanográficas.
NSS	<i>National Speleological Society.</i>
NRP	Navio da República Portuguesa.
QD	Questão Derivada.
QP	Questão Principal.
RV	Realidade Virtual.
SAR	<i>Search And Rescue.</i>
SB	<i>Storyboard.</i>
SUS	<i>System Usability Sacel.</i>
UE	União Europeia.
ZEE	Zona Económica Exclusiva.

Lista de Símbolos

P	Pressão	Pa
ρ	Densidade	kg m^{-3}
g	Aceleração da gravidade	m s^{-2}
h	Profundidade	m

Introdução

A presente secção é constituída por cinco partes. Inicialmente, será feito o enquadramento do tema da dissertação justificando-se, na próxima secção, a pertinência do tema do trabalho científico, identificando o problema que desencadeou a realização do mesmo. Na terceira secção serão expostos os objetivos e a Questão Principal (QP) de investigação. Está inserida na quarta secção, a descrição da metodologia de investigação escolhida para a realização do presente trabalho. Por último, será apresentada a estrutura da dissertação.

Enquadramento

O oceano faz parte da história e do desenvolvimento nacional, através das trocas comerciais desde a época dos descobrimentos. Isto trouxe ao país maior dimensão geográfica e política, reforçando a identidade de “nação oceânica”, comprovado pelo facto de Portugal possuir a terceira maior zona económica exclusiva (ZEE) da Europa (Cunha, 2004). A missão da Marinha Portuguesa (MP) é contribuir para que Portugal use o mar, salvaguardando os seus interesses económicos e geo-estratégicos (MP, 2020). A MP está organizada em diversas unidades, em terra e no mar, cada uma com uma missão atribuída e com o objetivo conjunto de cumprir a missão da instituição (AR, 2006).

Nas áreas marítimas sob soberania e jurisdição nacional, existe um elevado tráfego marítimo com probabilidade de ocorrência de acidentes marítimos (Figura 1). Foram registados, no ano de 2019, 234 acidentes, de onde resultaram 17 vítimas mortais (GAMA, 2020). Pela elevada probabilidade de ocorrência de acidentes marítimos, o salvamento marítimo é uma das missões mais importantes da MP, existindo, para o efeito, navios em estado de prontidão para busca e salvamento (SAR)¹, tanto ao largo da costa continental, como nos Arquipélagos da Madeira e dos Açores. Estes navios têm a responsabilidade de se deslocarem ao local da emergência visando a salvaguarda da vida no mar (EMA, 1995). A bordo dos navios SAR existe uma equipa de mergulhadores sapadores, especializada em ações de salvamento marítimo.

¹ *Search and Rescue* (SAR) - sigla em inglês para busca e salvamento.

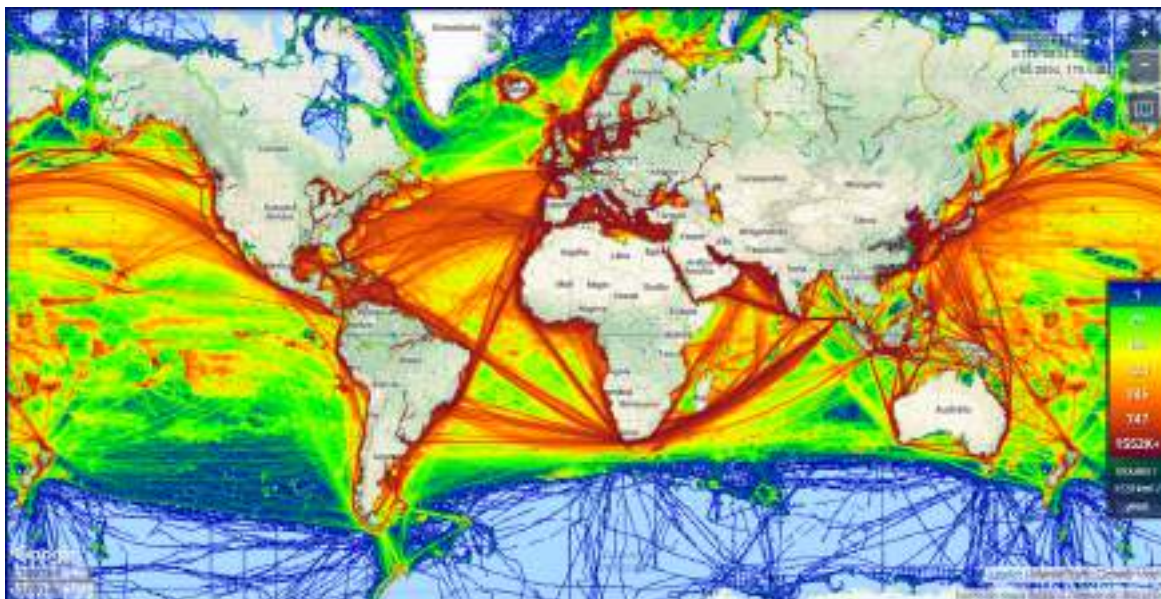


FIGURA 1: Mapa de densidade de navegação referente ao primeiro trimestre de 2020. [Fonte: (Marine Traffic, 2020)]

Definição do Problema

O salvamento marítimo é uma missão de alto risco, por envolver vítimas em situações limite. Logo, é de extrema importância que os intervenientes nas operações tenham elevada perícia e treino na execução dessas ações. O treino não só serve de prática, como também salvaguarda o risco para a integridade física e a vida dos militares envolvidos nestas operações. Assim, para que os intervenientes estejam aptos a desempenhar as ações adequadas referente a este tipo de missão, é necessário um elevado nível de treino dos procedimentos a executar.

O treino em situações reais necessita de condições meteorológicas e logísticas adequadas, envolvendo custos que, sem prejuízo da operacionalidade, importa minimizar. Nesse sentido, pretende-se nesta dissertação propor um ambiente sintético de aprendizagem que permita aos mergulhadores responsáveis pelas ações de salvamento marítimo, a prática e o treino dos procedimentos, constituindo uma alternativa ao adestramento efetuado em condições reais.

Objetivo e Questões de Investigação

O principal objetivo da presente dissertação de mestrado é a construção de uma plataforma de aprendizagem num ambiente sintético. Essa plataforma tem o intuito de fornecer aos mergulhadores sapadores da MP um ambiente de treino

simulado, para que seja possível a prática dos procedimentos efetuados em situações de salvamento marítimo.

A Questão Principal (QP) de investigação que servirá como guia, para o desenvolvimento da dissertação, será a seguinte:

Os procedimentos de salvamento marítimo podem ser treinados e aperfeiçoados com eficácia num ambiente sintético?

Para ser possível responder à QP, é necessário obter resposta às seguintes Questões Derivadas (QDs):

- QD1: Quais os métodos e tecnologias mais adequados para criação de um ambiente sintético de aprendizagem dos procedimentos de salvamento marítimo?
- QD2: Quais os procedimentos de salvamento marítimo que melhor se adequam ao treino dos mergulhadores sapadores em ambiente sintético?
- QD3: Qual a eficácia dos mergulhadores na realização de missões de salvamento marítimo em ambiente sintético?

As respostas às QDs contribuirão para a construção de uma resposta à QP proposta, que permitirá compreender se o ambiente sintético proposto é eficaz.

Metodologia de Investigação

O enquadramento metodológico consiste não só em escolher como também justificar uma metodologia de investigação que permita responder à questão de investigação proposta, e evidenciar os procedimentos levados a cabo na pesquisa (Lacerda, Dresch, Proença & Antunes Júnior, 2013).

Para a elaboração da presente dissertação de mestrado, a metodologia de investigação escolhida foi o *Design Science Research* (DSR). Justificando-se pela necessidade de seguir um conjunto sistemático de passos para projetar, construir e validar o artefacto pretendido (Rodrigues, 2018).

Utilizando o método de investigação definido, a investigação é guiada através de um problema prático, com o intuito de o resolver. Contudo, a partir deste surgirão outros problemas práticos e questões, dando início ao ciclo regulador (Rodrigues, 2018). Este ciclo é composto por quatro fases (Figura 2), designadamente:

- Fase 1 - Investigação do problema: pretende-se, nesta fase, compreender o problema e estudar o contexto do mesmo. Na presente dissertação, esta fase será

realizada nos dois primeiros capítulos. No Capítulo 1 - *Revisão da Literatura* - será efetuado o estudo dos métodos e das tecnologias a usar na criação do ambiente sintético. No Capítulo 2 - *Domínio do Problema* - será realizado o levantamento do contexto institucional e do ambiente real de treino dos mergulhadores sapadores da Marinha Portuguesa e serão, ainda, estudados os procedimentos base dos mergulhadores utilizados em situações de salvamento marítimo.

- Fase 2 - Desenvolvimento da solução: esta fase é referente a construção do ambiente sintético, estando inserida nos Capítulos 3 - *Conceção da Solução* e 4 - *Construção da Solução*. No capítulo 3 será explicado o processo de construção da solução final, fazendo referência à estratégia adotada e às soluções que foram utilizadas após o estudo realizado na fase 1, *Investigação do Problema*. Concluindo no Capítulo 4, com a explicação do desenvolvimento da solução final.
- Fase 3 - Validação da solução: serão analisados os resultados do projeto final após os testes realizados. A validação do produto final será realizada no capítulo 5 - *Análise de Resultados*. Para o produto ser avaliado, uma amostra de utilizadores participarão em testes e responderão ao questionário.
- Fase 4 - Implementação: esta fase depende da eficácia da solução obtida, verificada nos inquéritos realizados no capítulo 5 - *Análise de Resultados*.

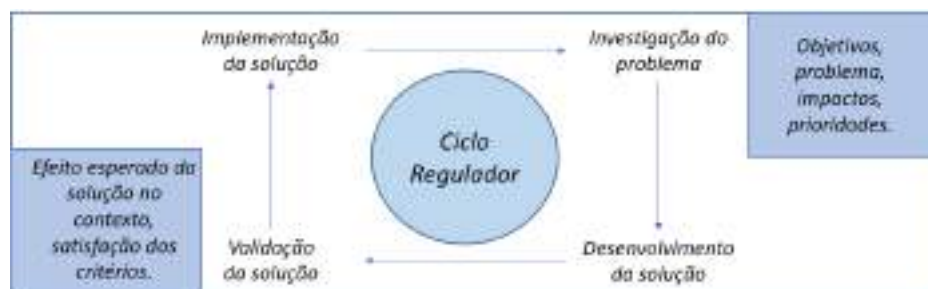


FIGURA 2: Ciclo Regulador. [Adaptado de: (Rodrigues, 2018)]

Estrutura

A presente dissertação é constituída por sete partes (Figura 3). Nesta *Introdução* foi efetuado um breve enquadramento, identificação do problema em estudo, os objetivos, questões e metodologia de investigação utilizada. De seguida, no Capítulo 1 - *Revisão de Literatura* - é feito o levantamento e análise do estado da arte

sobre os temas, referenciando os conceitos e o processo de concepção da solução, com o intuito de responder à QD1 presente na *Introdução*.

No Capítulo 2 - *Domínio do Problema: Levantamento de Requisitos* - é identificado o problema, descrevendo a situação atual e os métodos de treino dos mergulhadores sapadores da MP. Após a identificação do problema, é feita a análise dos procedimentos realizados pelos mergulhadores relativamente ao mergulho em espaços confinados e buscas subaquáticas, respondendo à QD2. Os dois primeiros capítulos servem como base para a construção da solução, como se verifica na Figura 3.

O Capítulo 3 - *Concepção da Solução* e o Capítulo 4 - *Construção da Solução*, têm como principal objetivo, explicar como foi desenvolvida a solução final. No Capítulo 5 - *Análise de Resultados* - consta a análise e os resultados obtidos com os questionários efetuados a uma amostra de utilizadores, com o intuito de responder à QD3.

Por fim, na *Conclusão*, apresentam-se as conclusões e a resposta à QP com base nos resultados obtidos, bem como recomendações para trabalhos futuros.

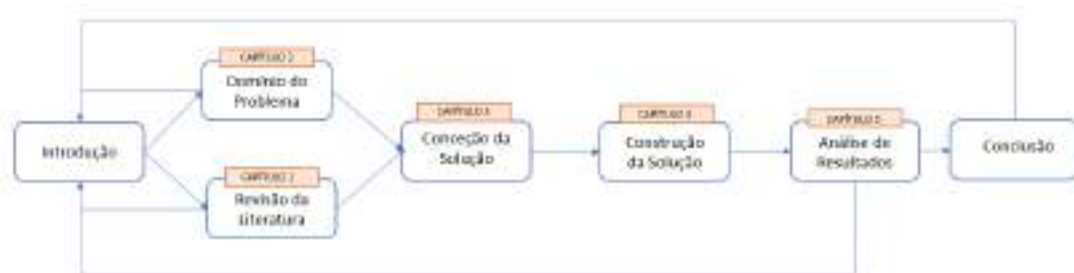


FIGURA 3: Estrutura da dissertação. [Elaborado pelo autor, 2020]

Capítulo 1

Revisão da Literatura

Para a criação da solução de um problema, é necessário obter conhecimento sobre o problema e estudar os trabalhos anteriormente realizados. Como tal, o presente capítulo tem como objetivo o estudo das tecnologias e métodos, para determinar as que melhor se adequam para a construção da solução pretendida.

Neste capítulo serão abordados os seguintes temas: i) Gamificação; ii) *Storyboard* (SB); iii) Plataformas de Realidade Virtual (RV). Primeiramente será estudada a gamificação, com o intuito de identificar os melhores métodos para a mesma ser aplicada no ambiente sintético. Após o estudo dos elementos da gamificação, será estudada a técnica de *storyboard* com o intuito de verificar a sua adequação ao desenvolvimento da solução. Por último, iremos definir qual a plataforma de RV que iremos utilizar para o desenvolvimento da solução.

1.1 Gamificação

Roger Caillois (1961) descreve as estruturas sociais como formas de jogos. A ideia é baseada no uso de elementos do *design* de jogos em contextos não relacionados com os mesmos, para motivar e aumentar a atividade do utilizador (Caillois, 1961). Este método tem ganho força no *design* de interação e no *marketing* digital (Deterding, Dixon, Khaled & Nacke, 2011).

A gamificação é definida como um meio de motivação para atividades diárias (Deterding, Dixon, Khaled & Nacke, 2011), e também, como uma ferramenta para a construção de plataformas interativas (Chou, 2015). A utilização desta abordagem tem crescido nos últimos anos, através de aplicações e plataformas de ambientes simulados, influenciando o nosso quotidiano, desde a saúde à educação (Chou, 2015). A gamificação é instanciada através: (1) *design* de jogos e (2) *frameworks* de gamificação (Deterding, Dixon, Khaled & Nacke, 2011).

O *design* de jogos, é o processo de criação das plataformas interativas. Existem elementos essenciais para a criação destas plataformas, designadamente: as dinâmicas, as mecânicas e os componentes (Werbach & Hunter, 2012).

Esses elementos, ligados entre si, estão organizados por ordem decrescente de abstração. Os elementos que representam o maior nível de abstração são as dinâmicas, por serem os temas principais para criação da plataforma interativa. No segundo nível de abstração, estão as mecânicas, que são ações específicas dentro da plataforma, que motivam o utilizador a usá-la. Por fim, os componentes são aplicações específicas na visualização da plataforma interativa por parte do utilizador (Brathwaite & Schreiber, 2009). Os elementos podem ser combinados de várias formas, dependendo do objetivo/ contexto que se pretende obter do ambiente interativo. Estes elementos encontram-se definidos mais extensivamente no Anexo I.

Os *frameworks* de gamificação são aplicados na criação de plataformas interativas, com o intuito de motivar o utilizador (Chou, 2015). Para selecionar qual o *framework* de gamificação a utilizar nesta dissertação, foi realizada a comparação de diversos *frameworks* através de diferentes critérios, designadamente: i) *vontade*: motivação do utilizador para alcançar o objetivo; ii) *autonomia*: liberdade do utilizador decidir quais as ações a tomar; iii) *relacionamento*: cooperação entre vários utilizadores; iv) *competição*: criar motivação através da comparação de resultados entre utilizadores; v) *motivação extra*: fazer o utilizador acreditar que está a realizar algo maior que ele próprio. Após terem sido definidos os critérios de decisão, iremos estudar os *frameworks* e averiguar qual deles é o mais completo, consoante os parâmetros definidos.

O *framework* da Teoria da Determinação Própria define a motivação interior, como estando relacionada com três elementos (Figura 1.1): i) *autonomia*: capacidade de controlar a nossa vida e escolhas; ii) *competência*: capacidade de ganhar conhecimento e experiência; iii) *relacionamento*: capacidade de relacionar com outros (Chou, 2015). Esta teoria apenas aborda as emoções positivas da motivação, não relevando as emoções negativas como forma de criar motivação, como por exemplo a competição entre utilizadores. Além da presente teoria não abordar o parâmetro *competição*, também não aborda a *vontade*, nem a *motivação extra*.

A Matriz de Ação Social de Amy Jo Kim (2014), classifica os utilizadores, num ambiente interativo, em quatro tipos (Figura 1.2): i) *competidores*: pretendem conquistar o que for possível; ii) *exploradores*: pretendem descobrir o que houver;



FIGURA 1.1: Modelo de determinação própria. [Fonte: (Chou, 2015)]

iii) *colaboradores*: valorizam a interação entre utilizadores; iv) *criadores*: pretendem construir e deixar um legado (Chou, 2015). A matriz distingue os utilizadores pelas suas ações no ambiente interativo. Cada utilizador tem liberdade para agir (*autonomia*), capacidade de se relacionar (*relacionamento*) e comparar resultados (*competição*) com outros utilizadores. No entanto, não são diretamente consideradas por esta abordagem, a *vontade* nem a *motivação extra*.



FIGURA 1.2: Matriz de ação social. [Fonte: (Chou, 2015)]

O Modelo de Comportamento defende que existem três fatores importantes para levar o utilizador a realizar uma ação, designadamente: i) motivação em a querer realizar; ii) a habilidade do utilizador; iii) o desencadear da ação. Se nenhum destes três fatores existir, não existirá ação. Por isso, este método concentra-se na habilidade do utilizador (*autonomia*) e na sua motivação em realizar a ação (*vontade*), não considerando os parâmetros *relacionamento*, *competição* e *motivação extra*. O modelo defende ainda que a motivação é de difícil obtenção e imprevisível e, por essa razão, não deve ser pretendida. Em vez disso, as tarefas devem-se tornar fáceis e simples para que o utilizador se sinta realizado (Chou, 2015).

O Sistema *Octalysis* centra-se no utilizador, através de 8 elementos fundamentais (Figura 1.3), cruciais para a criação de motivação, de forma intrínseca ou extrínseca. A motivação extrínseca é a vontade de cumprir um objetivo ou obter algo, enquanto que na motivação intrínseca não existe uma meta ou um objetivo e

a atividade em si é recompensadora. Os elementos fundamentais (EF) associados à criatividade, autoexpressão e dinâmica social estão ligados à motivação extrínseca, e os elementos fundamentais associados à lógica, pensamento analítico e posse ligados à motivação intrínseca (Chou, 2015). O elemento *Significado* (EF1) está diretamente associado ao parâmetro *motivação extra*, criando, no utilizador, um sentimento de estar a realizar algo maior que ele próprio. O sistema *Octalysis* defende também, através do elemento *Influência Social* (EF5), que a motivação pode ser criada através da relação entre utilizadores, seja através do *relacionamento* ou da *competição*. Para os elementos fundamentais funcionarem e ser possível motivar o utilizador, é obrigatório que o mesmo queira realizar a ação (*vontade*) e tenha liberdade para tal (*autonomia*).

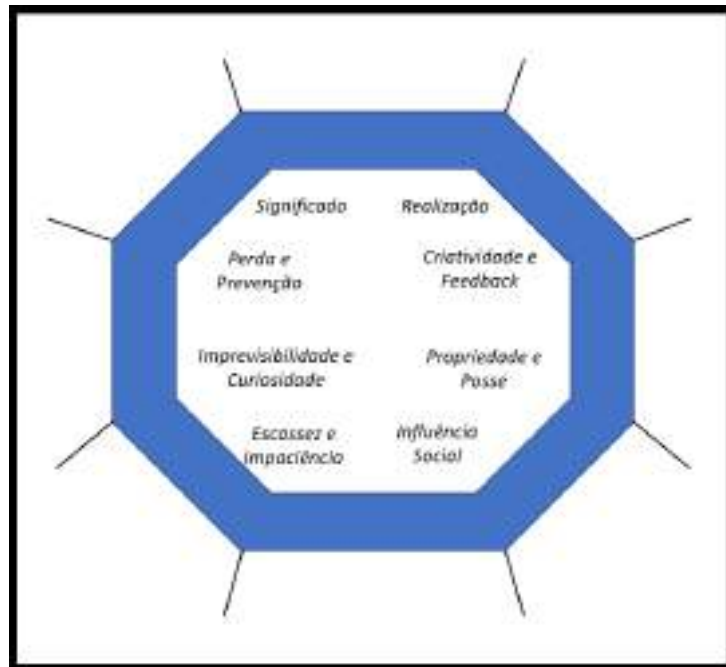


FIGURA 1.3: Sistema *Octalysis*. [Adaptado de: (Chou, 2015)]

Após o levantamento dos *frameworks* de gamificação, foi elaborada uma tabela de comparação dos mesmos (Tabela 1.1). A comparação é realizada através de um sistema de pontuação de 0 (Não Aplicável) a 2 (Integralmente Aplicável), consoante os parâmetros definidos no início da secção.

Tendo em conta os valores da Tabela 1.1, o *framework* selecionado para ser utilizado na presente dissertação foi o sistema *Octalysis*, pois, é o método mais completo endereçando a motivação extra dos utilizadores através de várias formas, por exemplo, pelo elemento *Significado* (EF1), por o fazer acreditar que está a realizar algo maior que ele próprio.

TABELA 1.1: Matriz de Decisão dos *Frameworks*.

[Elaborado pelo autor, 2020]

Critérios	Determinação Própria	Matriz de Ação Social	Modelo de Comportamento	Sistema <i>Octalysis</i>
Vontade	0	0	2	2
Autonomia	2	2	2	2
Relacionamento	2	2	0	2
Competição	0	2	0	2
Motivação Extra	0	0	0	2
Total	4	6	4	10

Legenda: Grau de aplicação: 0 - Nenhum; 1 - Parcial; 2 - Integral.

1.2 Storyboard

Para a construção de atividades organizadas e planejadas, é necessário criar a história. Para a construção do enredo, foi necessário estudar as técnicas *storyboard* (SB), com o intuito de avaliar a sua adequabilidade.

A técnica de SB consiste numa sequência de imagens desenhadas, manual ou digitalmente, que representam a história. O objetivo desta técnica é o de planejar a sequência de ações que irão ocorrer por forma a obter um esboço do produto final: filme, anúncio, ou ambiente simulado. Os SBs apresentam as seguintes vantagens: i) *organização das ideias*: permite identificar as cenas mais importantes no desenvolvimento do produto; ii) *detalhe da história*: permite acrescentar os detalhes necessários à criação de cada cena; iii) *partilha de ideias*: a revisão do SB é uma forma de discutir ideias.

O tipo de SB a desenhar, depende do produto a construir. Para os estágios iniciais de filmes ou certo tipo de anúncios, utilizam-se os *beat boards*. Neste tipo de SB, a história é apresentada em apenas um único diagrama, que condensa a emoção e resume o projeto (Figura 1.4a). *Shooting boards* é um tipo de SB utilizado em programas de animações (Figura 1.4b), onde é detalhada cada cena. Na gravação de filmes de ação, onde a posição e deslocamento da câmara é muito importante, é usado o tipo de SB, *live action boards* (Figura 1.4c), onde são descritos todos os procedimentos da câmara para a gravação de cada cena. No tipo de SB, *feature animation boards*, as cenas são descritas em diagramas com elevada exatidão ao longo

da história, no processo de criação de animações (Figura 1.4d). Para o desenvolvimento de painéis de publicidade é utilizado o tipo de SB, *pitch boards*, onde as imagens pretendem vender uma ideia ao cliente (Figura 1.4e). O *video game SB* (Figura 1.4f), usado no desenvolvimento de jogos, é de construção mais complexa porque assenta na criação de ações cinematográficas e em ambientes interativos, em que personagens são inseridas no ambiente, bem como a informação relevante para a plataforma (Paez & Jew, 2012).

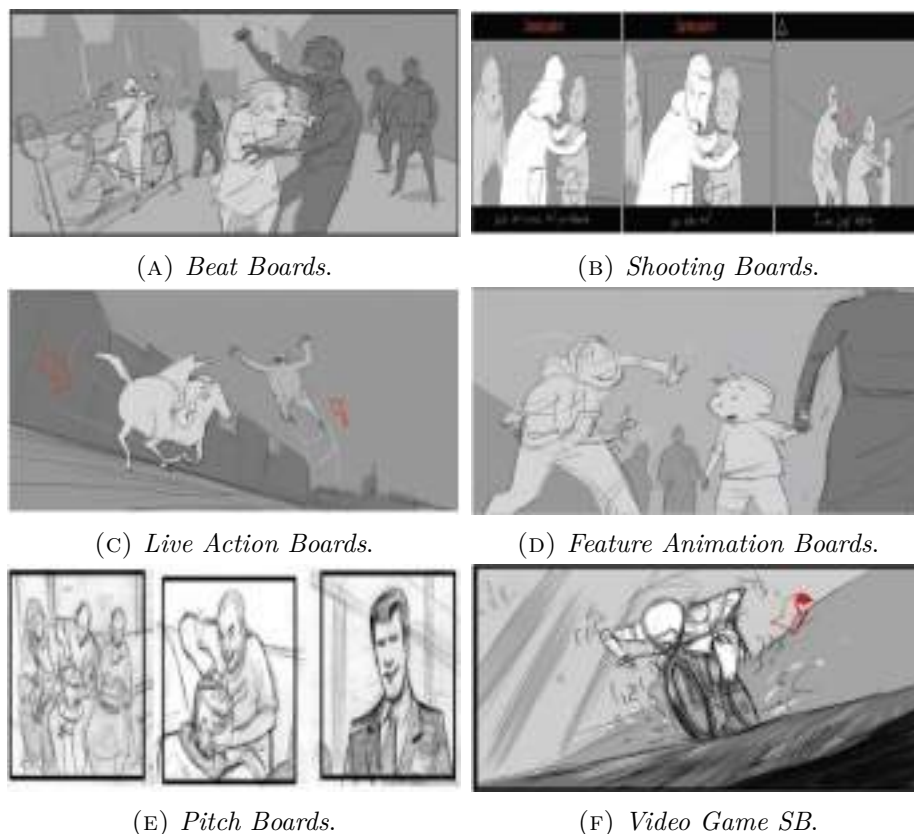


FIGURA 1.4: Tipos de *storyboard*. [Fonte: (Paez & Jew, 2012)]

Além dos tipos de SB referidos, há ainda a considerar dois métodos de apresentar a sequência de imagens: linear e não-linear. O método linear é aquele que segue uma linha de tempo definida, com o espetador a assistir ao desenrolar da história através dos diagramas. No método não-linear não existe uma linha de tempo definida, visto que o aparecimento das cenas varia em função das ações realizadas pelo utilizador (Perkins, 2015).

Na construção do ambiente sintético pretendido, o utilizador tomará decisões no decorrer da missão. As suas ações não irão seguir uma linha de tempo sequencial, por isso, a escolha do método não-linear na apresentação das cenas. O tipo de SB a usar no desenvolvimento do artefacto desta dissertação será o *video*

game SB, pois permite descrever as cenas principais, com a informação importante para a realização do ambiente interativo, designadamente o tempo de missão, a pontuação, ações a realizar, emoções a desencadear e o ambiente à volta da personagem.

1.3 Plataformas de Realidade Virtual

A Realidade Virtual (RV) é uma “*interface* avançada” para aplicações computacionais, que proporciona a visualização, movimentação e interação do utilizador em tempo real, em ambientes tridimensionais gerados por computadores (Kirner & Siscoutto, 2007). Esta tecnologia permite ao utilizador visualizar ambientes, manipular objetos do cenário virtual e movimentar-se dentro do ambiente sintético tridimensional, com o intuito de criar estímulos muito próximos da realidade. Esses estímulos são criados pelas alterações que ocorrem no ambiente virtual, consoante as ações que o utilizador decidir tomar, tornando assim a interação entre o ambiente e o utilizador mais realista (Tori, Kirner & Siscoutto, 2006).

A tecnologia da RV está associada a três ideias básicas: imersão, interação e envolvimento (Correia, Simões-Marques & Luzes, 2020). A imersão é a sensação criada no utilizador por estar dentro do ambiente virtual. A interação está associada à capacidade de o *software* detetar as ações do utilizador e modificar instantaneamente o ambiente virtual, criando estímulos muito próximos da realidade ao utilizador. Por último, o envolvimento do utilizador com o ambiente virtual, podendo ser passivo (visualização do ambiente) ou ativo (participação ativa no ambiente).

A RV pode ser de dois tipos: imersivo ou não-imersivo, dependendo da sensação criada no utilizador. Quando o utilizador é transportado para dentro do ambiente virtual, através de equipamentos multi sensoriais que capturam os movimentos do mesmo (óculos *Hololens* e luvas), a RV é do tipo imersivo (Figura 1.5a). Este tipo de RV cria maior sensação de imersão que o tipo não-imersivo, que é quando o utilizador vê o ambiente tridimensional através do monitor ou de uma projeção (Figura 1.5b). Para este tipo de RV, a interação do utilizador dentro do ambiente, pode ocorrer através do comando de uma consola, de luvas ou do teclado do computador (Tori, Kirner & Siscoutto, 2006).

Esta tecnologia apresenta como maior vantagem, a criação de ambientes virtuais/ simulados que permitem ao utilizador, fazer uso das suas habilidades e conhecimentos dentro do ambiente. Isso permite a criação de cenários de treino simulados, onde o utilizador possa colocar em prática os procedimentos anteriormente



(A) Realidade Virtual do Tipo Imersivo. (B) Realidade Virtual do Tipo Não-Imersivo.

FIGURA 1.5: Tipos de Realidade Virtual.
[Fonte: (Tori, Kirner & Siscoutto, 2006)]

estudados. Para a criação destes ambientes tridimensionais, é necessário recorrer às plataformas de desenvolvimento em RV.

Com o desenvolvimento da indústria dos jogos houve necessidade de criar plataformas que possibilitassem o seu desenvolvimento de uma forma mais produtiva (Andersen, Archacki, Mustaghni & Conti, 2020). Estas plataformas de desenvolvimento juntam elementos do *design* de jogos, com o intuito de desenvolver e criar ambientes simulados de alto desempenho (Gregory, 2015).

Para selecionar uma plataforma de desenvolvimento a utilizar no desenvolvimento da solução desta dissertação, foi realizada a comparação de diversas plataformas através dos seguintes parâmetros: i) *disponibilidade de modelagem 3D*: capacidade de criar ambientes tridimensionais; ii) *custos de construção da solução*: preço do *software* de desenvolvimento; iii) *sistema operativo suportado*: compatível com o sistema operativo *Windows*; iv) *assets disponíveis*: disponibilidade de recursos pré-fabricados. Após terem sido definidos os parâmetros de decisão, iremos estudar e classificar as características das plataformas de desenvolvimento de ambientes sintéticos.

O *Unity* é uma plataforma de desenvolvimento de ambientes sintéticos, sendo uma referência mundial para o desenvolvimento destes ambientes. Esta ferramenta permite uma fácil aprendizagem para quem está a iniciar, no entanto também, permite a elaboração de ambientes bastante sofisticados. Os ambientes criados, através desta plataforma, podem ser de duas (2D) ou três dimensões (3D), apresentando uma melhor qualidade que as restantes plataformas. A plataforma *Unity* fornece vários recursos (*assets*) previamente construídos que podem ser adquiridos e utilizados por outros programadores. Os *assets* disponíveis tem o intuito de dar um maior realismo aos ambientes sintéticos. Uma das linguagens de programação utilizada nesta plataforma é o C#. A plataforma tem uma versão gratuita que corre no sistema operativo *Windows* (Ferro, 2016).

A plataforma *Blender* é um software livre para computação gráfica 3D. Esta plataforma permite a criação e edição de animações, vídeos e modelagem de objetos 3D. Funciona com a linguagem de programação *python*. É de acesso gratuito e pode ser usada no sistema operativo *Windows* (Andrade, 2008).

A plataforma de desenvolvimento, *Remo 3D*, permite criar e modificar modelos 3D, destinados à visualização em tempo real. Esta plataforma é essencialmente utilizada para editar e modelar objetos 3D, podendo ser usada no sistema operativo *Windows*. A linguagem utilizada nesta plataforma é o *open scen graph*, que disponibiliza um conjunto de ferramentas para o desenvolvimento de aplicações gráficas de elevado desempenho (Remograph AB, 2020).

O *Wings 3D*, é um modelador avançado, que permite a criação de objetos 3D. A linguagem utilizada é o *erlang*, usada para criar sistemas de tempo real. Esta plataforma é de fácil aprendizagem e tem uma versão gratuita, permitindo, ainda, exportar os objetos criados para o sistema operativo *Windows* (Strother, 2013).

Para nos auxiliar na decisão de qual plataforma utilizar, foi elaborada uma tabela de comparação das plataformas (Tabela 1.2). Esta tabela foi elaborada com um sistema de pontuação, entre 0 (Não Aplicável) e 2 (Integralmente Aplicável), consoante o grau de aplicabilidade.

TABELA 1.2: Matriz de Decisão das Plataformas de Desenvolvimento. [Elaborado pelo autor, 2020]

Características	<i>Unity</i>	<i>Blender</i>	<i>Remo 3D</i>	<i>Wings 3D</i>
Modelagem 3D	2	1	1	1
Sistema operativo	2	2	2	2
Custos	2	2	2	2
Assets disponíveis	2	1	0	0
Total	8	6	5	5

Legenda: Grau de aplicação: 0 - Nenhum; 1 - Parcial; 2 - Integral.

Com base na Tabela 1.2, a plataforma selecionada para a construção do ambiente sintético é a plataforma *Unity*, pois é a plataforma que apresenta melhores atributos para a construção do ambiente pretendido. Destacando-se a possibilidade de criar ambientes tridimensionais com recurso aos *assets* disponíveis.

1.4 Conclusão

Após realizada a *Revisão da Literatura* e de se obter o conhecimento geral sobre os temas abordados, decidimos quais as ferramentas que iremos utilizar para a construção da solução final pretendida: um Ambiente Sintético de Treino. Logo, como resposta à QD1, os melhores métodos e tecnologias para a criação do ambiente sintético pretendido são os seguintes: i) *framework*: sistema *Octalysis*; ii) tipo de SB: *video game* SB; iii) plataforma de desenvolvimento em RV: *Unity*.

Capítulo 2

Domínio do Problema: Levantamento de Requisitos

Com o presente capítulo, pretendemos averiguar os objetivos e limitações do treino dos mergulhadores sapadores da Marinha Portuguesa (MP) e definir quais os procedimentos a incluir no desenvolvimento do ambiente sintético. Para tal, será revista a legislação existente sobre as unidades de mergulhadores sapadores da MP e descrito como é planeado e realizado o treino em ambiente real. Por último, serão estudados os procedimentos de segurança do mergulho com garrafa, mergulho em espaços confinados e buscas subaquáticas, com o intuito de definir os procedimentos a serem implementados na solução.

2.1 Mergulho de Salvamento Marítimo

A realização do mergulho pode ocorrer por motivos de lazer, profissionais ou militares. Contudo, o salvamento marítimo é reservado às Forças Armadas, forças de segurança, proteção civil e entidades de prestação de socorro ou serviços de emergência. Sendo o mergulho de garrafa uma atividade perigosa e difícil, existem vários procedimentos de segurança para o tornar seguro (Freitas, 2004).

As unidades de mergulhadores da MP são constituídas por militares habilitados e especializados em operações de mergulho. Os militares destas unidades estão aptos para o cumprimento de missões e tarefas no âmbito do salvamento marítimo, inativação de engenhos explosivos e trabalhos com veículos autónomos subaquáticos (AUVs) (GN, 2014).

Na MP existem três Destacamentos de Mergulhadores Sapadores (DMS), tendo cada um a sua área de operação definida. Na presente dissertação, iremos dar ênfase ao DMS2, com principal missão o salvamento marítimo (EMA, 1995). Iremos

pois, identificar os preparativos necessários para a realização do treino, o tempo de missão, os objetivos, os custos a incorrer e por fim as limitações inerentes ao treino em ambiente real.

Antes da realização do treino existem preparativos de carácter obrigatório, que passam por planear a missão, logística e operacionalmente. Está definido que 5 dias é o tempo ideal para a realização de um treino de mergulhadores sapadores. A realização dos preparativos demora em geral um dia com a necessidade de coordenação das várias entidades envolvidas e requisição de material e misturas. Três dias são dedicados ao treino/ mergulho e um último dia à manutenção e beneficiação de material. Após a realização da missão é ainda necessário redigir relatórios referente à mesma.

O objetivo da missão é o treino de procedimentos, manutenção de qualificações e proficiência das equipas de mergulhadores, com o intuito de, em situações reais, os mergulhadores estarem prontos a executar a missão com sucesso. Para tal, as equipas precisam de estar preparadas para orientação em destroços, saber os procedimentos de abordagem e de entrada em espaços confinados, podendo ainda existir algumas tarefas secundárias para aprimorar o treino. Estas tarefas podem ser, por exemplo, a busca e recuperação de vítimas simuladas por manequins concebidos especialmente para o efeito, previamente colocadas em locais estratégicos.

Para o cumprimento do treino, é necessário incorrer em custos. Estes custos derivam do empenhamento de um meio naval para apoio logístico e tudo o que isso implica (suplemento da guarnição, combustível, utilização da embarcação de apoio, entre outros), podendo os custos aumentar consoante a envergadura da missão. Dos equipamentos individuais de mergulho, que estão descritos mais à frente, e ainda a utilização de misturas enriquecidas (nitrox²), podendo as mesmas serem feitas pelos mergulhadores ou compradas. Por último, existem custos referentes ao transporte das equipas para o local de embarque e a sua alimentação.

Concluindo, as limitações na realização do treino dos mergulhadores sapadores são, geralmente, as seguintes: i) condições meteorológicas e oceanográficas (METOC): este é o principal fator para a realização ou não de um treino. Visto que, ao não haver as condições METOC adequadas, o mergulho/ treino não se realizará para não colocar em risco os mergulhadores; ii) custos: existem custos elevados para a realização de um treino em ambiente real; iii) dependência de meios: referente aos meios de embarque dos mergulhadores, pois caso o meio naval esteja limitado para a realização da missão, o treino não se poderá realizar.

²Mistura gasosa com uma percentagem de oxigénio maior do que o ar.

O treino de mergulho militar é uma forma de melhorar os procedimentos para uma melhor reação a situações reais. No entanto, o treino em ambiente real, depende de vários fatores externos que influenciam a realização do mesmo. A disponibilidade de uma ferramenta de treino, em ambiente virtual para os mergulhadores será uma forma de assegurar o cumprimento do treino, mesmo perante as limitações como as enunciadas.

2.2 Procedimentos de Salvamento Marítimo

Para a atividade do mergulho com garrafa ser uma atividade segura, requer um conjunto de procedimentos de segurança. As principais regras de segurança são: i) manter um posição horizontal enquanto se nada ou descansa; ii) verificar a flutuabilidade após cada mergulho, garantido imobilidade na profundidade da paragem de segurança³; iii) estar sempre atento à pressão da garrafa, profundidade e tempo de mergulho, mantendo os valores dentro do planeado; iv) ascender à superfície de forma calma e controlada, podendo ser auxiliado por um computador de bordo que permite controlar a velocidade de subida (nunca mais de 10 metros por minuto); v) compensar a pressão à medida que se vai descendo, por forma a ficar confortável dentro de água; vi) respirar calma e controladamente, sem nunca sustar a respiração (NASE Worlwide, 2011).

A realização do mergulho em espaços confinados além da realização dos procedimentos anteriormente referidos, potencia diversos perigos que podem colocar em causa a integridade física do mergulhador. Dentro de um espaço confinado, como no interior de um navio, a visibilidade poderá ser reduzida ou nula, podendo ainda ter ocorrido deformações na estrutura do navio possibilitando a existência de superfícies perigosas e cortantes, e haver instrumentos à deriva, como cabos à solta onde o mergulhador poderá ficar preso. Estes perigos dificultam a entrada, a deslocação e a saída do mergulhador dentro do espaço, havendo procedimentos de segurança e ferramentas essenciais para os auxiliar dentro destes espaços. São exemplos de considerações de segurança para este tipo de mergulho: i) possuir treino apropriado; ii) colocar o equipamento justo ao corpo; iii) utilizar duas lanternas; iv) evitar superfícies cortantes; v) utilizar luvas adequadas; vi) ter oxigénio na embarcação de apoio; vii) ter um plano de emergência em caso de acidente.

Para todo o tipo de mergulho, cada mergulhador tem o seu material individual, sendo fulcral que o tenha preparado e em boas condições. O material

³Ver Apêndice A.

individual inclui: a máscara, o fato, barbatanas, garrafa, regulador principal e secundário, colete e o punhal. Contudo, existem outros equipamentos essenciais para o mergulho em espaços confinados: a lanterna e a linha-guia. A lanterna é utilizada em situações onde a visibilidade é reduzida ou nula. A utilização desta ferramenta tem o objetivo de auxiliar a deslocação do mergulhador dentro do espaço e possibilitar a comunicação entre parceiros, devendo o mergulhador levar duas. A linha-guia tem o objetivo de guiar os mergulhadores dentro do local, para que em situações de emergência, possam regressar à superfície (Zumrich, Prosser & Prey, 1988).

Para preparar a equipa de mergulhadores é obrigatório o planeamento do mergulho. Durante o planeamento são considerados aspetos importantes para o sucesso da missão, tais como os a seguir descritos (Zumrich, Prosser & Prey, 1988):

- **Definição do objetivo:** É o ponto mais importante do mergulho. Estando o objetivo do mergulho bem definido, servirá de motivação para que todos os procedimentos anteriores, durante e posteriores ao mergulho sejam realizados da melhor forma possível.
- **Formulação do plano:** Definição do plano do mergulho para o cumprimento da missão.
- **Seleção da equipa de mergulho:** Definição das pares⁴ de mergulhadores.
- **Plano de contingência:** Definição do tipo de ações a serem tomadas, no caso de ser encontrado algo inesperado.
- **Limites de tempo:** Definição do tempo de mergulho e limites descompressivos.
- **Ausência de Visibilidade:** Preparação para uma visibilidade nula ou reduzida.
- **Limites de profundidade:** Definição da profundidade máxima e esperada do mergulho.
- **Procedimentos de comunicação:** Antes do mergulho relembrar os sinais de comunicação com os parceiros.
- **Revisão final:** Averiguar se todos os mergulhadores sabem o que foi planeado e rever os procedimentos.

⁴Dupla de mergulhadores.

- **Debriefing:** Após o mergulho é relevante averiguar, junto da equipa de mergulhadores, se os procedimentos foram cumpridos e os aspetos positivos e negativos da missão.

Mesmo sendo o mergulho planeado, situações de emergência ocorrem. São exemplos de situações de emergência: i) quando ocorre a perda do parceiro, devendo o mergulhador apontar a lanterna ao seu peito, e tentar encontrar o parceiro; ii) ficar preso na linha guia, não devendo o mergulhador forçar a saída, mas sim avisar o parceiro e esperar que este solte a linha; iii) na ausência de ar, o parceiro deve ser avisado, mantendo o mergulhador a calma para não colocar o parceiro em perigo e realizar o procedimento de partilha de ar, regressando, logo que possível à superfície.

Em qualquer tipo de mergulho, o fator psicológico é bastante importante, podendo afetar o sucesso da missão. Uma missão de salvamento marítimo, dentro de um espaço confinado, provoca elevada pressão psicológica nos mergulhadores, podendo desencadear reações de claustrofobia ou mesmo pânico ao serem confrontados com as vítimas (Zumrich, Prosser & Prey, 1988). Assim, o *stress*⁵ criado por este tipo missão, pode levar à má execução dos procedimentos e técnicas de mergulho. Por isso, há necessidade de um treino intensivo, por forma a preparar os mergulhadores para as situações de elevada pressão que irão encontrar.

2.3 Buscas Subaquáticas

Na ocorrência de um acidente marítimo, é necessário a realização de buscas subaquáticas. Existem fatores externos que dificultam esta atividade, tais como a dimensão e a mobilidade do alvo, corrente, tamanho da área de busca, profundidade e natureza do fundo (CBMEG, 2013). Existem várias técnicas de busca que podem ser empregues, dependendo do tipo de objeto que se procura, tipo de fundo e da corrente. O tipo de busca utilizado perto de margens, onde o efeito da corrente é mínimo é a busca semicircular com apoio da superfície. Para a sua realização é necessário uma parilha de mergulhadores e um auxiliar, que estará numa posição fixa, em terra ou embarcado, com a linha guia. Os mergulhadores estão em constante contacto com a linha guia, varrendo a área em 180° (Figura 2.1a). Para uma área de busca mais ampla, podem ser utilizados dois auxiliares em pontos fixos, com o intuito de aumentar a área (Figura 2.1b). Esta técnica é bastante utilizada pela facilidade de realização e eficácia, no entanto, não é recomendada em áreas com

⁵Resposta fisiológica e comportamental do corpo para situações de pressão (Santos & de Castro, 1998).

imensa vegetação, visto que a linha pode prender e colocar os mergulhadores em perigo (CBMEG, 2013).

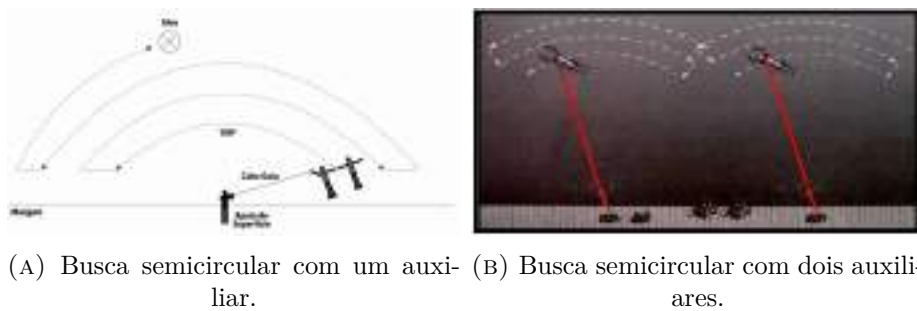


FIGURA 2.1: Técnicas de busca: Busca semicircular com apoio da superfície. [Fonte: (CBMEG, 2013)]

O varrimento com apoio da superfície é uma técnica muito eficiente na busca de pequenos objetos e realizado em locais com pouco efeito de corrente com o fundo limpo. O auxiliar estará na margem com a linha guia e o outro extremo estará preso numa boia. O objetivo é que a parelha de mergulhadores nade em direções opostas ao longo da linha guia, para investigarem o máximo de área possível (Figura 2.2a). Quando os mergulhadores chegarem ao extremo oposto, o sistema avança com o intuito de investigar outro local da área de busca (Souza, 2013). Esta técnica também pode ser realizada em locais afastados de margens, onde a linha guia estará presa em dois locais e os mergulhadores realizam o procedimento descrito anteriormente. Após esta ação de busca, avança-se a linha guia para aumentar a área de busca (Figura 2.2b). Esta técnica é utilizada em grandes áreas num curto espaço de tempo (CBMEG, 2013).

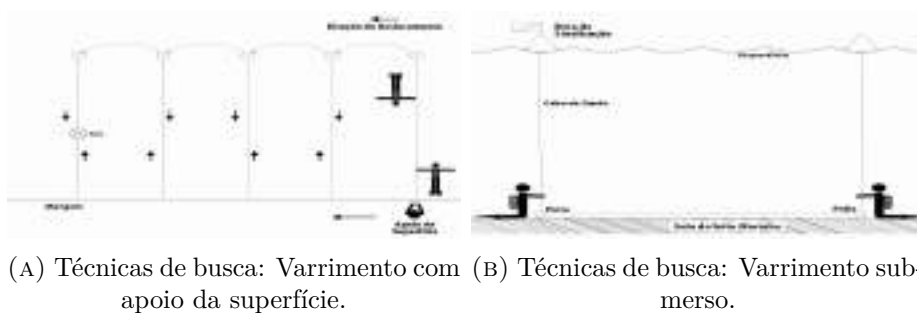


FIGURA 2.2: Técnicas de busca: Varrimento com apoio da superfície e submerso. [Fonte: (Souza, 2013)]

A busca circular é utilizada em águas paradas ou com pouca corrente. Esta técnica é realizada por uma parelha de mergulhadores, um auxiliar de superfície e um chefe de equipa, estando estes dois últimos na embarcação. Um dos mergulhadores fica no fundo para servir de referência e a controlar o outro mergulhador, que irá

fazer buscas de 360° à volta do parceiro, aumentando cada vez mais a área (Figura 2.3). Esta é uma técnica bastante usada devido à sua fácil realização (Souza, 2013).



FIGURA 2.3: Técnicas de busca: Busca Circular. [Fonte: (Souza, 2013)]

A técnica do varrimento em “U” com linha guia da superfície é utilizada em locais onde não se consiga ver o fundo (devido à vegetação, rochas, etc.) porém, sem corrente. Para tal, é necessário uma equipa composta por três mergulhadores e um auxiliar. Um mergulhador estará à superfície fazendo percursos em “U” através de referências na superfície ou em boias, enquanto os outros dois mergulhadores são rebocados, investigando a área de busca (Figura 2.4) (Souza, 2013).

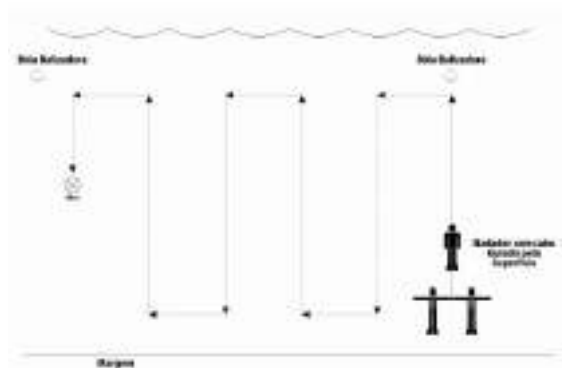


FIGURA 2.4: Técnicas de busca: Varrimento em “U” com linha guia da superfície. [Fonte: (Souza, 2013)]

Para locais com grandes áreas de busca é utilizada a técnica do varrimento paralelo. Para a realização desta técnica é essencial que na margem onde está o auxiliar, não exista grandes desníveis nem vegetação no terreno, ou algo que dificulte a movimentação do mesmo. A parelha de mergulhadores irá fazer movimentos paralelos à margem, tal como o auxiliar que se movimentará à mesma velocidade enquanto mantém a linha guia tensa (Figura 2.5). A equipa irá varrer a área em forma de retângulos, sendo um padrão simples e fácil de seguir (CBMEG, 2013).

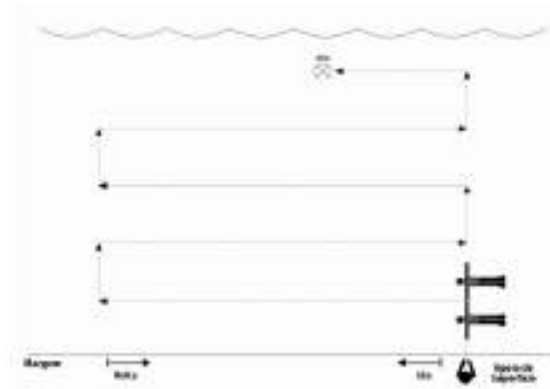


FIGURA 2.5: Técnicas de busca: Varrimento Paralelo. [Fonte: (Souza, 2013)]

2.4 Conclusão

A realização do presente capítulo, pretende responder à QD2. Os procedimentos selecionados para serem implementados no ambiente sintético são os procedimentos do mergulho em espaços confinados, por serem atividades de risco e grande pressão para os mergulhadores, comparativamente com as buscas subaquáticas e com os procedimentos de segurança. Pretende-se introduzir no ambiente virtual as sensações e perigos sentidos pelo mergulhador num espaço confinado, representado por um navio afundado. É pretendido que a solução desenvolvida seja o mais próximo possível da realidade, para que os procedimentos possam ser treinados e aperfeiçoados.

Capítulo 3

Conceção da Solução

No presente capítulo será descrita a conceção do ambiente sintético. Primeiramente será descrito o processo de gamificação a implementar no ambiente sintético, através dos elementos do *design* de jogos e do Sistema *Octalysis*. Na secção seguinte, será descrito como foi planeado o *storyboard* de cada nível, com os elementos da gamificação específicos e requisitos de modelagem 3D para a fase de construção.

3.1 Desenho do Processo de Gamificação

Após o estudo efetuado dos elementos do *design* de jogos, presentes no Anexo I, foram definidos os elementos (componentes, mecânicas e dinâmicas) a inserir no ambiente sintético.

As **componentes** definidas foram: o *avatar* (C1), a *missão* (C2) e os *pontos* (C3). A componente *avatar* foi escolhida, pela necessidade de o ambiente interativo ter como personagem principal (*avatar*): um mergulhador na primeira pessoa (*first person shooter*). Para cada nível foi estabelecido uma *missão* com o intuito de instanciar o elemento fundamental *Significado* (EF1), promovendo no utilizador o sentimento de estar a realizar algo maior do que ele próprio. Durante o cumprimento das missões há tarefas secundárias a serem realizadas, pelas quais é atribuída pontuação ao utilizador (**componente pontos**).

As **mecânicas** usadas na criação do ambiente sintético foram: a *cooperação e competição* (M1), os *desafios* (M2) e a *vitória* (M3). A **mecânica cooperação e competição** é justificada pela necessidade de motivar os utilizadores através da competição entre si, com associação à **componente pontos** (C1), como consta na Figura 3.1. Os *desafios* estão associados à **componente missão** (C2), visto que, com a realização desses desafios (tarefas propostas), a missão será cumprida. Será

assim criado um sentimento de conquista (elemento *Realização* (EF2)), ou seja de vitória, justificando-se assim a **mecânica vitória** (Figura 3.1).

As **dinâmicas** definidas foram: a *progressão* (D1), as *restrições* (D2) e as *emoções* (D3). No ambiente sintético a ser criado, o utilizador deve ter a noção de estar a progredir (D1) com auxílio dos *pontos* (C3) e dos *desafios* (M2), visto que, ao realizar os desafios propostos, receberá uma pontuação correspondente (Figura 3.1). Para a realização das tarefas, na área de operação, o utilizador estará condicionado a um ambiente confinado a ser criado (D2). A **dinâmica emoção** (D3) será usada para induzir pressão no utilizador ao fazer escassear o tempo disponível para o cumprimento das missões e está associada à **mecânica vitória** (M3), com a conclusão da missão proposta.



FIGURA 3.1: Elementos do *design* de jogos interligados. [Elaborado pelo autor, 2020]

O elemento do Sistema *Octalysis, Significado* (EF1), é utilizado para a atribuição de missões ao utilizador gerando neste necessidade psicológica de as realizar, para cumprir a sua função na instituição, estando associado à **componente** C2 e à **dinâmica** D3 (Tabela 3.1). O utilizador irá sentir a progressão na missão ao conquistar pontos pelas tarefas realizadas (**componente** C3 e **mecânica** M2), concretizando o elemento *Realização* (EF2). Para criar motivação no treino dos procedimentos de salvação marítima, foi usado o elemento *Influência Social* (EF5). Esse elemento, conjuntamente com o sistema de pontuação, permite aos mergulhadores compararem os resultados entre si fazendo uso da **componente** C3, da **mecânica** M1 e da **dinâmica** D1, de acordo com a Tabela 3.1. O elemento *Escassez e Impaciência* (EF6), é utilizado quando o utilizador não consegue ter o que deseja imediatamente devido à dificuldade, sendo este elemento utilizado no ambiente sintético pelo aumento de dificuldade dos níveis (**mecânica** M2). Com o intuito de criar os sentimentos de curiosidade e de desconhecimento ao utilizador (**dinâmica** D3), serão criados compartimentos para revistar no ambiente sintético,

TABELA 3.1: Elementos do *design* de jogos associados com os elementos fundamentais do Sistema *Octalysis*.

[Elaborado pelo autor, 2020]

Elemento Fundamental	Elementos do <i>Design</i> de jogos
<i>Significado</i>	<i>Missão e Emoções</i>
<i>Realização</i>	<i>Pontos e Desafios</i>
<i>Influência Social</i>	<i>Pontos, Cooperação e Competição e Progressão</i>
<i>Escassez e Impaciência</i>	<i>Desafios</i>
<i>Imprevisibilidade e Curiosidade</i>	<i>Emoções</i>
<i>Perda e Prevenção</i>	<i>Emoções</i>

não sabendo o utilizador o que pode encontrar, indo ao encontro do que é pretendido pelo elemento *Imprevisibilidade e Curiosidade* (EF7). Por último, o elemento fundamental *Perda e Prevenção* (EF8), motiva o utilizador através do medo de perder algo (**dinâmica** D3). Isto é transferido para o ambiente sintético através da recuperação de vítimas, missão principal do nível 1 e com a água contaminada no espaço de máquinas, colocando o utilizador em perigo. Posteriormente, será descrito como foram utilizados os elementos de gamificação para a construção do SB de cada nível.

3.2 Desenho do Ambiente Sintético de Treino

Para o desenvolvimento do Ambiente Sintético de Treino foi criado um cenário⁶ relativo ao afundamento de um navio.

As regras gerais estabelecidas para a execução das operações no Ambiente Sintético de Treino foram as seguintes: i) todos os compartimentos do navio têm de ser revistados; ii) o mergulhador terá de entrar obrigatoriamente pela ponte do navio; iii) para não ocorrerem mergulhos descompressivos foi estabelecido, através das tabelas de descompressão (Apêndice A), que o tempo para a realização de cada nível será no máximo de 10 minutos; iv) como apoio ao mergulhador, estará sempre presente no ecrã o tempo disponível para a realização da missão; v) à medida que for realizando as tarefas, o formando recebe pontos de acordo com os critérios da Tabela 3.4; vi) após a conclusão das tarefas, a passagem de nível ocorre quando o utilizador colidir deliberadamente com uma esfera brilhante (Figura 3.4); vii) para apoio do

⁶Ver Apêndice B.

utilizador, existem caixas que fornecem informação essencial para a realização das missões; viii) caso o utilizador não realize as tarefas no tempo estipulado, a missão abortará sem ter sido concluída.

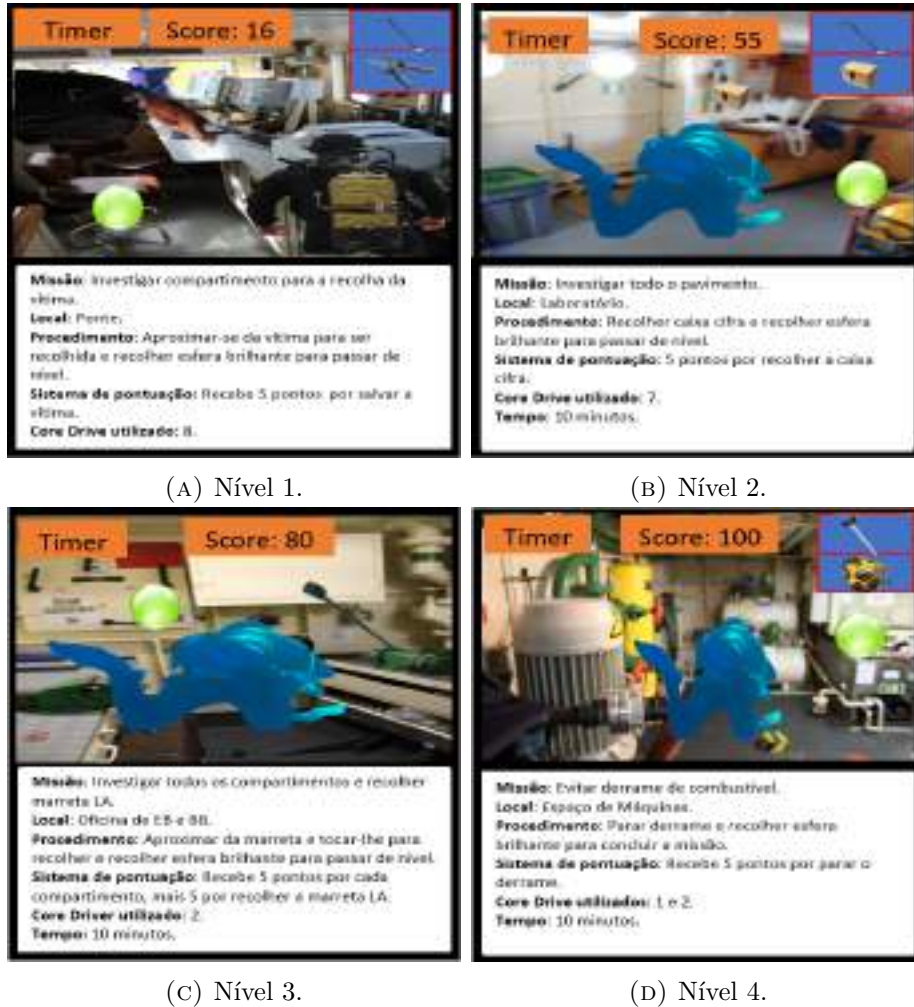


FIGURA 3.2: Passagens de níveis. [Elaborado pelo autor, 2020]

O Ambiente Sintético de Treino dispõe de quatro níveis, correspondendo cada um a uma missão específica com níveis crescentes de dificuldade. O cumprimento de cada missão envolve a realização de tarefas específicas. A missão principal subjacente a cada um dos níveis é a seguinte: i) **Nível 1**: salvar uma vítima na ponte do navio; ii) **Nível 2**: recolher uma caixa cifra no laboratório; iii) **Nível 3**: recolher uma marreta de Limitação e Avarias (LA) na oficina; iv) **Nível 4**: parar o derrame de gasóleo na casa das máquinas.

Com o intuito de motivar os utilizadores foi utilizado a **mecânica cooperação e competição**, dos elementos do *design* de jogos, através da criação do sistema de pontuação. Por conseguinte, foram definidas tarefas secundárias para ser possível

TABELA 3.2: Importância das Tarefas. [Elaborado pelo autor, 2020]

Pontuação	Importância	Justificação
1	Pouca	Não afeta a missão principal.
2	Suficiente	Afeta pouco a missão.
3	Razoável	Ajuda a realização da missão.
4	Bastante	Tarefas importantes para a conclusão da missão.
5	Crucial	Sem as tarefas cruciais, a missão não será cumprida.

aplicar os procedimentos do mergulho em espaços confinados, definidos no Capítulo 2 - *Domínio do Problema: Levantamento de Requisitos*. Com a realização das tarefas, o utilizador receberá pontos e será possível comparar os resultados obtidos e assim, aumentar a motivação para melhorar a execução dos procedimentos de salvamento marítimo. Para nos ajudar a atribuir os pontos às diferentes tarefas, foi elaborada a Tabela 3.2 para determinar a importância das mesmas.

Após definida a importância das tarefas, foram atribuídos pontos a cada uma, com um valor conjunto de 100 pontos. As tabelas referentes às tarefas e pontuações das mesmas constam nas próximas secções, divididas pelos níveis do ambiente virtual. Contudo, para além do sistema de pontuação pela realização das tarefas, existe outro sistema de classificação. Consoante o tempo que o utilizador demorar a realizar cada nível, será atribuído uma pontuação ao mesmo, de acordo com a Tabela 3.3. No final, a pontuação dos quatro níveis será somada ao sistema de pontuação da realização das tarefas, dando a classificação final ao utilizador com um máximo de 120 pontos.

TABELA 3.3: Pontuação do Tempo de Missão por Nível. [Elaborado pelo autor, 2020]

Tempo Total	Pontuação
8-10	5
6-8	4
4-6	3
2-4	2
0-2	1
0	0

Com base nas regras definidas, missões principais dos quatro níveis e sistema de pontuação, o SB foi criado. A sua construção foi realizada digitalmente em

diagramas, com auxílio de fotografias retiradas ao NRP Andrómeda. Primeiramente foi planeada a história por níveis, de modo a serem implementadas as missões de cada nível. Como o método utilizado é o não linear, foram elaboradas apenas as cenas principais de acordo com as tarefas de cada nível. Posteriormente, foi adicionado a cada cena informações importantes, tais como: tempo, missão, local de ação, procedimentos a realizar, sistema de pontuação e elemento fundamental do Sistema *Octalysis* utilizado em cada cena, estando estes elementos associados aos elementos do *design* de jogos de acordo com a Tabela 3.1. Nas próximas secções será explicado como foram utilizados os elementos da gamificação na construção do SB e os requisitos de modelagem 3D a serem implementados na construção do ambiente sintético.

3.2.1 Nível 1

O primeiro nível começa com o mergulhador fora do navio, sentado na embarcação de apoio. Ao mergulhar, dirigir-se-á ao navio, onde terá vários perigos (cabos soltos). Quando chegar ao navio terá de abrir a porta da ponte utilizando uma ferramenta disponível. Ao concluir essa tarefa e entrar na ponte do navio, irá verificar que se encontram vários artigos de navegação espalhados e, posteriormente, encontrará a vítima que terá de recuperar.

A construção do SB do presente nível envolveu vários elementos fundamentais do Sistema *Octalysis*, estando estes elementos associados aos elementos do *design* de jogos de acordo com a Tabela 3.1. Na Figura 3.4 é possível verificar os elementos da gamificação, do *design* de jogos e do *framework*, serem utilizados na criação do SB. Para o primeiro nível foi atribuído uma missão (EF1), salvamento da vítima na ponte do navio, com o intuito de criar pressão e *stress* ao utilizador. Com a realização das tarefas deste nível, o utilizador receberá pontos, de acordo com a Tabela 3.4, e sentir-se-á realizado, aplicando em simultâneo os elementos fundamentais 2 e 5. Ao colocar o utilizador fora do navio, o mesmo não sabe o que pode encontrar dentro do mesmo, criando assim um sentimento de desconhecimento e curiosidade (Figura 3.4b). O utilizador sabe que a recuperação da vítima depende de si, logo é motivado pelo medo de não conseguir cumprir a missão (Figura 3.4a).

Pretendemos inserir neste nível os procedimentos estudados no Capítulo 2, através da recuperação da vítima e da procura da melhor entrada no espaço confinado. Com estas tarefas, pretendemos criar *stress* ao utilizador e sensações próximas da realidade, que o mesmo iria sentir se fosse um treino em ambiente real.

3.2. Desenho do Ambiente Sintético de Treino

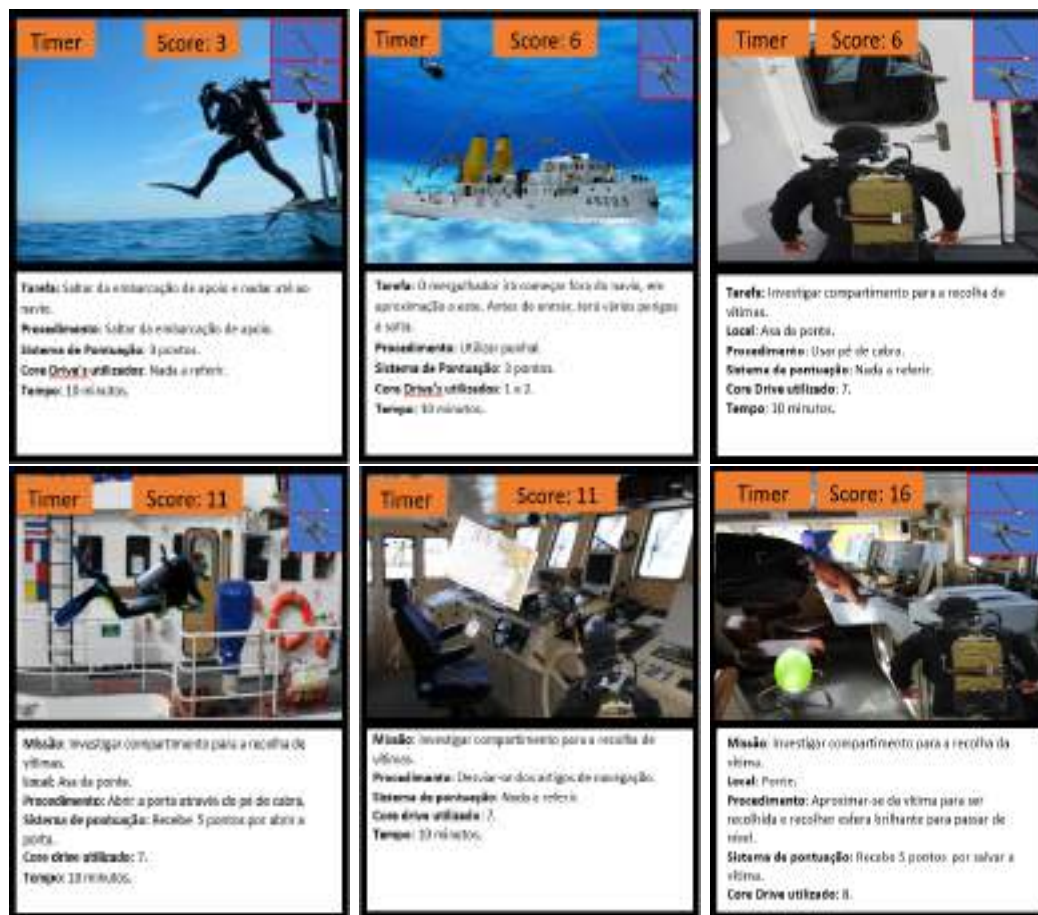


FIGURA 3.3: *Storyboard* do Nível 1. [Elaborado pelo autor, 2020]

Para se atribuir pontos ao utilizador, o mesmo terá que concluir as tarefas definidas para este nível (Tabela 3.4).

TABELA 3.4: Pontuação das Tarefas do Nível 1.

[Elaborado pelo autor, 2020]

Tarefa	Pontuação	Tempo Limite
Nível 1	16	10 minutos
Mergulhar da embarcação de apoio	3	Dentro do tempo limite
Cortar cabos	3	Dentro do tempo limite
Abrir a porta	5	Dentro do tempo limite
Recuperação da vítima	5	Dentro do tempo limite

Posto isto, para a elaboração do primeiro nível na plataforma *Unity*, pretendemos modelar objetos tridimensionais para a construção do navio e do ambiente

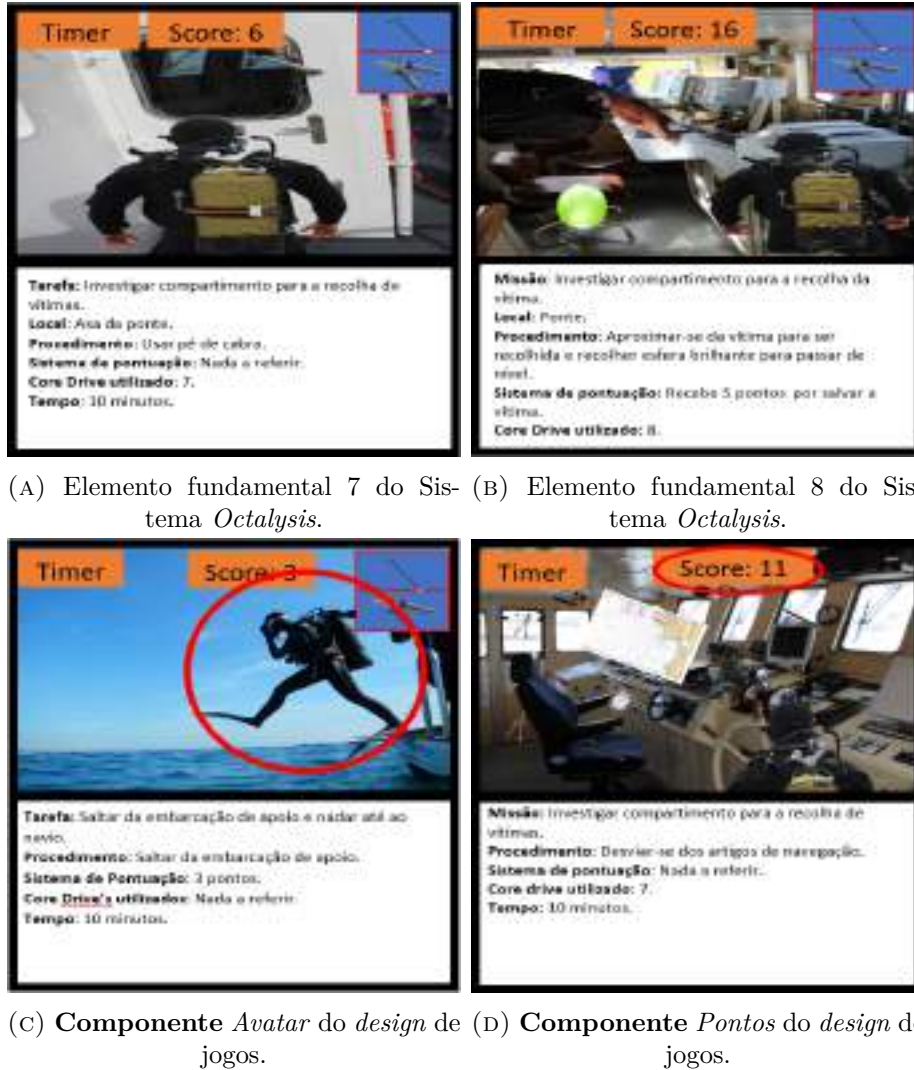


FIGURA 3.4: Elementos da Gamificação aplicados no SB do Nível 1.
 [Elaborado pelo autor, 2020]

em redor. Para criar um maior realismo, tanto no navio como no ambiente em redor, pretendemos utilizar *assets* disponíveis no *site* da plataforma e, ainda, adicionar água ao ambiente, permitindo que utilizador nade e possa executar os procedimentos de salvamento marítimo.

3.2.2 Nível 2

No início do presente nível, o utilizador estará no escuro e para o auxiliar poderá ou não utilizar a lanterna. Após verificar todos os compartimentos, este terá de se dirigir ao laboratório e recolher uma caixa cifra.

Para o segundo nível, foi atribuída a missão de recolher uma caixa-cifra, utilizando o EF1 que está associado à **componente** C2 e **dinâmica** D3 (Figura

3.2. Desenho do Ambiente Sintético de Treino

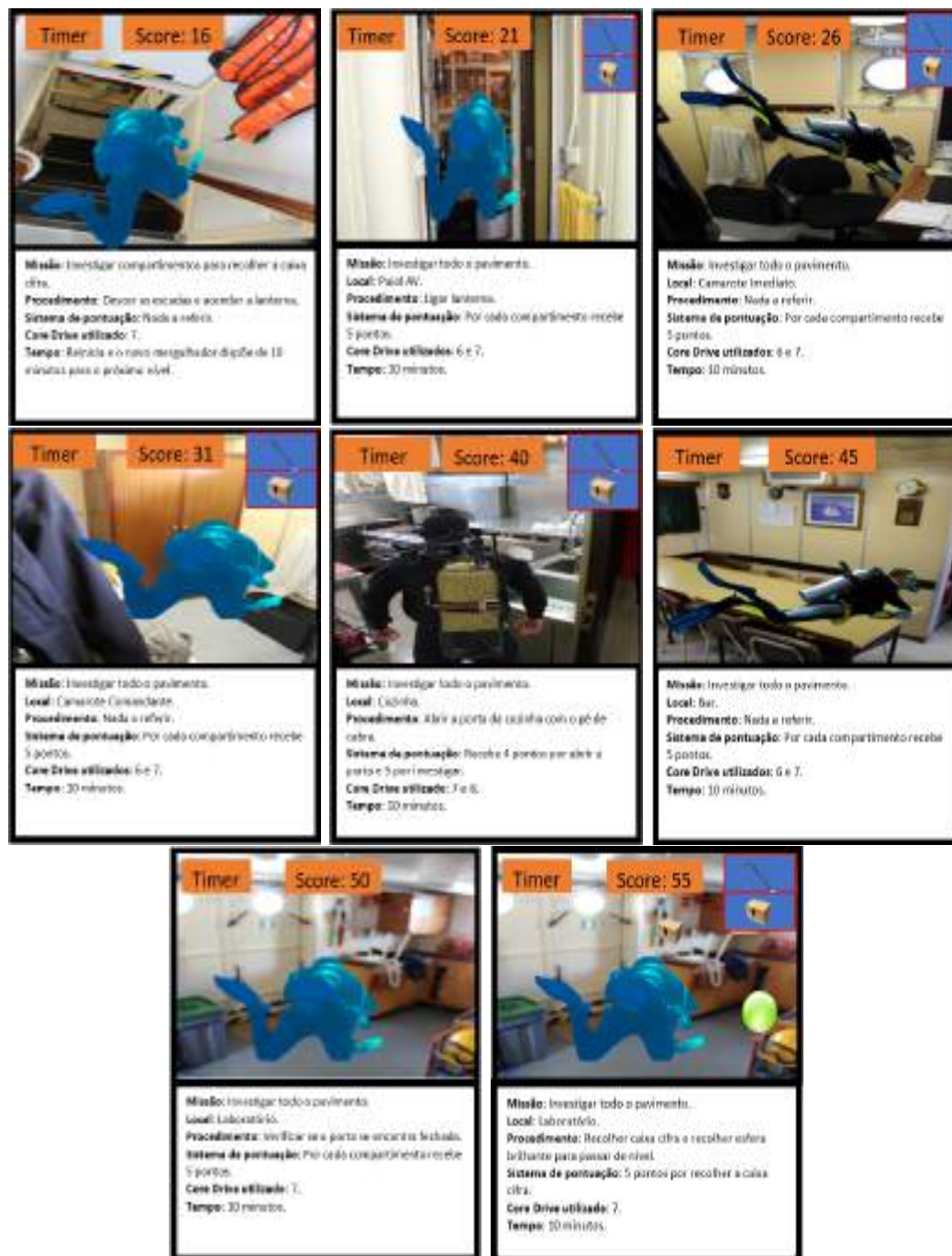


FIGURA 3.5: *Storyboard* do Nível 2. [Elaborado pelo autor, 2020]

3.6c). No entanto, o utilizador tem de revistar todos os compartimentos, com este tipo de tarefas são utilizados três elementos fundamentais do Sistema *Octalysis*: i) *Influência Social*, que está associado à **componente C3**, à **mecânica M1** e à **dinâmica D1**; ii) *Escassez e Impaciência*, associado à **mecânica M2** (Figura 3.6d); iii) *Imprevisibilidade e Curiosidade*, associado à **dinâmica D3**. Com a conclusão das tarefas (Tabela 3.5), o utilizador receberá pontos (**componente C3**) e irá progredir

(**dinâmica** D1) no ambiente virtual, logo também se sentirá realizado (EF2). O EF7 é utilizado pelo desconhecimento e curiosidade gerada no utilizador, por não saber o que pode encontrar (Figura 3.6b). Enquanto que o EF6 é utilizado no presente nível pelo aumento de dificuldade, onde o utilizador terá que procurar a caixa cifra em todos os compartimentos e ser paciente (Figura 3.6a).

Com este nível é pretendido que o utilizador seja paciente e cumpra com as tarefas definidas. Este nível permite ao mergulhador treinar a deslocação dentro de um espaço confinado, correspondendo aos requisitos levantados no Capítulo 2. A dificuldade do presente nível é maior comparativamente ao nível anterior, o que motiva o utilizador para continuar a utilizar o ambiente.

TABELA 3.5: Pontuação das Tarefas do Nível 2.

[Elaborado pelo autor, 2020]

Tarefa	Pontuação	Tempo Limite
Nível 2	39	10 minutos
Investigar compartimentos	5 por cada (6)	Dentro do tempo limite
Abrir a porta da cozinha	4	Dentro do tempo limite
Buscar Caixa Cifra ao laboratório	5	Dentro do tempo limite

Para a criação do presente nível, pretendemos modelar o interior do navio e com isso, criar vários compartimentos para que possam ser revistados pelo utilizador. Pretendemos adicionar luz à personagem, dando a impressão que o mesmo possui uma lanterna e vários *assets* que permitam dar um maior realismo aos compartimentos construídos.

3.2.3 Nível 3

No terceiro nível, o utilizador tem como missão investigar as cobertas e recolher uma marreta LA. Para tal, o utilizador terá de descer de pavimento, onde terá de abrir a escotilha que se encontra fechada. Posteriormente, irá investigar o pavimento e recolher uma marreta LA, que será utilizada no nível seguinte.

Para a construção do presente nível, foram utilizados os mesmos elementos da gamificação que no nível anterior (Figura 3.8). No entanto, existe um aumento de dificuldade, pelas ações que o utilizador tem que ter, seja pela abertura da escotilha ou por recolher a marreta LA. Como tal, é utilizado o EF 1, por ser um nível com missão atribuída (**componente** C2) e com a realização das tarefas (**mecânica** M2),



(A) Elemento fundamental 6 do Sistema *Octalysis*. (B) Elemento fundamental 7 do Sistema *Octalysis*.

(C) **Dinâmica** *Emoções* do design de jogos. (D) **Mecânica** *Desafios* do design de jogos.

FIGURA 3.6: Elementos da Gamificação aplicados no SB do Nível 2.
[Elaborado pelo autor, 2020]

o utilizador recebe pontos e progride (**dinâmica** D1), utilizando assim os elementos fundamentais 2 e 5 (Figura 3.8b). O utilizador terá ainda de investigar as cobertas e as oficinas do navio, enquanto procura pela marreta LA, logo são utilizados os elementos fundamentais 6 e 7 (Figura 3.8a).

Este nível pretende que o utilizador interaja mais com o ambiente em redor. Para isso, é pretendido que investigue os compartimentos, abra a escotilha e recolha a marreta LA (Tabela 3.6). Isto permite que o mergulhador treine não só a deslocação como a interação com um espaço confinado, como foi estudado no Capítulo 2.

Para a construção do presente nível, pretendemos modelar objetos tridimensionais para construir as cobertas e as oficinas do navio. Serão utilizados *assets* para dar maior realismo ao ambiente e possibilitar uma maior interação entre o utilizador

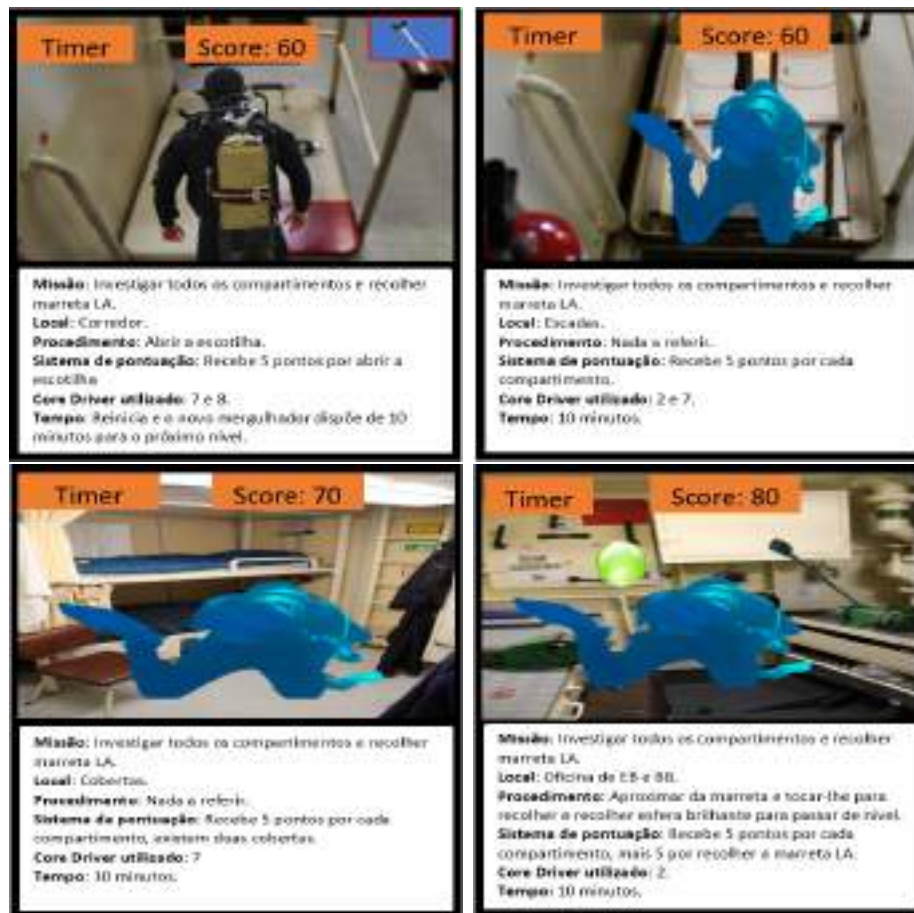


FIGURA 3.7: Storyboard do Nível 3. [Elaborado pelo autor, 2020]

TABELA 3.6: Pontuação das Tarefas do Nível 3.

[Elaborado pelo autor, 2020]

Tarefa	Pontuação	Tempo Limite
Nível 3	30	10 minutos
Abrir escotilha	5	Dentro do tempo limite
Investigar compartimentos	5 por cada (4)	Dentro do tempo limite
Buscar marreta LA à Oficina	5	Dentro do tempo limite

e o ambiente.

3.2.4 Nível 4

Para a conclusão do último nível, o utilizador terá que se dirigir para o espaço de máquinas e abrir a escotilha com o uso da marreta recolhida no nível anterior. O espaço estará contaminado devido ao gásóleo libertado e o utilizador

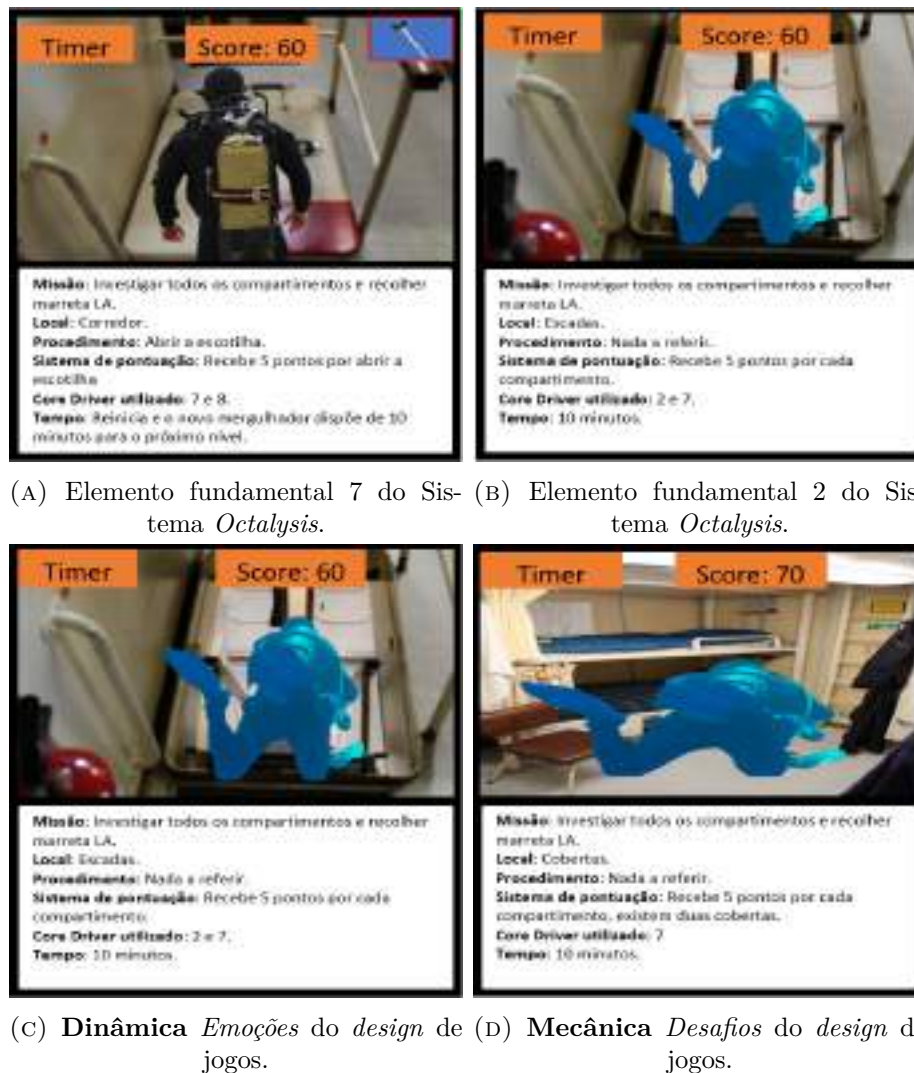


FIGURA 3.8: Elementos da Gamificação aplicados no SB do Nível 3.
 [Elaborado pelo autor, 2020]

será alertado, tendo de tomar as devidas precauções para sua segurança. Após serem tomadas as devidas precauções, o utilizador terá de parar o derrame de gásóleo no espaço de máquinas.

No quarto nível, são utilizados todos os elementos fundamentais e elementos do *design* de jogos que foram utilizados nos outros níveis. O nível tem como missão principal parar o derrame de gásóleo no espaço de máquinas (EF1 e **componente** C2), e à medida que vai completando as tarefas (**mecânicas** M2), vai recebendo pontos (EF5). Isto permite ao utilizador progredir (**dinâmica** D1) até concluir a missão. Ao concluir a missão, o utilizador sentir-se-á realizado (EF2) por ter ultrapassado as tarefas propostas (**mecânica** M2) de acordo com as Figuras 3.10a e 3.10d. Ao dirigir-se para o espaço de máquinas, o utilizador não sabe o que



FIGURA 3.9: *Storyboard* do Nível 4. [Elaborado pelo autor, 2020]

pode encontrar, logo é utilizado o EF7. Quando o utilizador chegar ao espaço de máquinas, o espaço estará contaminado e o mesmo terá que tomar medidas para continuar a missão, como tal, é utilizado o EF8 (Figura 3.10b) e a **dinâmica** D3 (Figura 3.10c).

Pretendemos que este seja o nível mais difícil, logo existem várias tarefas (Tabela 3.7) específicas para o utilizador realizar, como abrir a escotilha com a marreta, colocar o capacete e parar o derrame. É pretendido que o utilizador sinta pressão quando estiver em perigo, esperando que o mesmo mantenha a calma e consiga cumprir com os procedimentos estudados no Capítulo 2.

Para o último nível, pretendemos construir o espaço de máquinas do navio através da modelação de objetos tridimensionais. Para a realização das tarefas, pretendemos utilizar vários *assets* como o capacete de mergulho, a marreta LA e ainda peças de motores, para que o utilizador se sinta dentro do ambiente virtual.

TABELA 3.7: Pontuação das Tarefas do Nível 4.

[Elaborado pelo autor, 2020]

Tarefa	Pontuação	Tempo Limite
Nível 4	15	10 minutos
Abrir a escotilha com a marreta	5	Dentro do tempo limite
Colocar capacete	5	Dentro do tempo limite
Evitar derrame de gasóleo	5	Dentro do tempo limite


(A) Elemento fundamental 2 do Sistema *Octalysis*.

(B) Elemento fundamental 8 do Sistema *Octalysis*.

(C) **Dinâmica** *Emoções* do design de jogos.

(D) **Mecânica** *Vitória* do design de jogos.

FIGURA 3.10: Elementos da Gamificação aplicados no SB do Nível 4. [Elaborado pelo autor, 2020]

3.3 Conclusão

No presente capítulo pretendeu-se explicar como foram utilizados os elementos da gamificação, elementos fundamentais do Sistema *Octalysis* e do *design* de jogos, na construção do SB, para posteriormente ser possível construir o ambiente virtual.

Os elementos da gamificação definidos para a criação do ambiente virtual têm o intuito de motivar o utilizador para que possa melhorar os procedimentos do salvamento marítimo. Para a construção do ambiente virtual pretendemos utilizar vários *assets*, para que o ambiente criado seja o mais próximo da realidade. Após o estudo realizado, iremos explicar como se procedeu ao desenvolvimento da solução no próximo capítulo.

Capítulo 4

Construção da Solução

No presente capítulo será explicado como foi construída e exportada a solução final. O ambiente sintético foi elaborado recorrendo à plataforma *Unity*. Esta plataforma suporta o desenvolvimento de conteúdo multimédia, possuindo um vasto leque de recursos pré-fabricados (*assets*) que nos auxiliaram na construção do ambiente sintético.

Para a construção do ambiente virtual, foi utilizada a tecnologia da RV. Como foi referido no Capítulo 1, existem dois tipos de RV, o tipo imersivo e não-imersivo. Na construção do ambiente virtual foi utilizado o tipo não-imersivo, justificando-se pela solução criada ser um protótipo. Logo, os utilizadores irão experimentar o ambiente sintético criado através do monitor e do teclado do computador.

Como a interação entre o utilizador e o ambiente é maior através do tipo imersivo (Tori, Kirner & Siscoutto, 2006), tentamos aumentar o realismo do ambiente sintético através da utilização da personagem principal em primeira pessoa (*first person shooter*), dando uma maior sensação de interação entre o utilizador e o ambiente. A personagem (*avatar*), figura principal da nossa solução, foi um recurso obtido no *site* da plataforma *Unity* (Figura 4.1). O mergulhador obtido, implementa várias funções, tal como nadar, saltar da embarcação e correr. Para a realização do nível 4, foi obtido no *site* da plataforma *Unity* o capacete de mergulho (Figura 4.2).



FIGURA 4.1: *Male Scuba Diver Pro*. [Fonte: (*Unity*, 2020)]



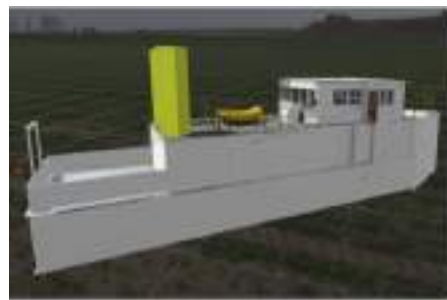
FIGURA 4.2: Capacete de Mergulho. [Fonte: (Unity, 2020)]

Para cumprir com os procedimentos do mergulho em espaços confinados, foi recriado o NRP Andrómeda através da modelação de objetos 3D (Figura 4.3). Para o seu interior foram usadas cadeiras, portas, escadas, livros, camas, armários, sofás e materiais de cozinha.

Na construção do ambiente virtual, foi adicionado água ao cenário através da ferramenta *environment* da plataforma *Unity*, e a utilização de *assets* possíveis de reproduzir os efeitos sonoros da água. Isto permite criar um maior nível de imersão entre o ambiente e o utilizador. Para a construção do terreno foram moldados objetos 3D e usados *assets* de árvores, rochas e um navio, com o intuito de representar o navio SAR (Figura 4.4).



(A) NRP Andrómeda.



(B) Navio construído.

FIGURA 4.3: Comparação entre o NRP Andrómeda e o navio construído através da plataforma *Unity*. [Elaborado pelo autor, 2020]

Com a conclusão da construção do cenário (personagem principal, navio e terreno), começou-se a programar o ambiente virtual para que houvesse interações entre o utilizador e o ambiente. Para uma melhor compreensão da programação realizada no ambiente sintético de aprendizagem, a explicação será realizada por níveis e pelas tarefas pertencentes a cada nível.



FIGURA 4.4: Terreno construído na plataforma *Unity*.
[Elaborado pelo autor, 2020]

4.1 Menu Principal

Para a criação dos quatro níveis, foram criadas quatro cenas na plataforma *Unity*, sendo geridas através do *Build Settings* (Figura 4.5). O *Build Settings* permite processar e organizar a ordem das cenas criadas, consoante o que pretendemos. Para o utilizador ter toda a informação necessária antes de experimentar a solução final, foi criado o menu principal (Figura 4.6). No menu principal do ambiente virtual criado é disponibilizada informação importante ao utilizador como o cenário (Figura 4.7a), os controlos do ambiente virtual (Figura 4.7b) e é possível verificar quais as missões principais de cada nível (Figura 4.7c). Para o utilizador iniciar o ambiente virtual de treino, terá de premir o botão “Iniciar”. Ao premir este botão programou-se para que houvesse uma alteração de cena e assim, o utilizador é dirigido para o primeiro nível. Para a realização de cada nível foi definido, através das tabelas de descompressão, que o tempo limite é de 10 minutos. Para tal, programou-se para que o mesmo aparecesse no ecrã de forma decrescente, para criar pressão no utilizador (Figura 4.8). No caso de o utilizador não conseguir concluir a missão no tempo estabelecido, aparece uma nova cena que informa o utilizador que não conseguiu completar a missão, dando a possibilidade de reiniciar o ambiente virtual (Figura 4.9).



FIGURA 4.5: *Build Settings*. [Elaborado pelo autor, 2020]



FIGURA 4.6: Menu Principal. [Elaborado pelo autor, 2020]

4.2 Nível 1

A personagem adquirida fornece várias funções como já foi referido anteriormente, logo para o primeiro nível foram utilizadas as funções de nadar, de estar sentado na embarcação de apoio e mergulhar. Por isso, o primeiro nível começa com o mergulhador sentado na embarcação de apoio pronto para realizar a missão. Para auxiliar o utilizador do que fazer no ambiente virtual, cada nível inicia com um painel informativo referente à missão que está sempre disponível para o utilizador. Neste painel informativo é apresentado a missão e as tarefas por realizar no presente nível, tal como os comandos a serem utilizados (Figura 4.10). Na plataforma utilizada, uma forma de acontecer interação é através da colisão entre o utilizador e os objetos (Thorn, 2016). Logo para a atribuição de pontos pela realização das tarefas, foram criadas esferas com a bandeira nacional que atribuem pontos ao utilizador (Figura 4.11). Foi então programado para que quando houvesse colisão entre o mergulhador e as esferas fossem atribuídos pontos ao utilizador, aparecendo no ecrã a pontuação do utilizador. Além das esferas com a bandeira nacional, existem outros utensílios que permitem atribuir pontos ao utilizador. Neste nível são os seguintes: cabo, pé de cabra e a esfera azul, que representa a vítima. Estes utensílios são



FIGURA 4.7: Informação disponibilizada no Menu Principal do Ambiente Virtual.

[Elaborado pelo autor, 2020]



FIGURA 4.8: Tempo de missão no Ambiente Virtual.

[Elaborado pelo autor, 2020]

referentes às tarefas principais do presente nível. É pretendido que o mergulhador treine a entrada no espaço confinado, logo foram colocados cabos na entrada do navio que o mesmo terá que cortar e para realizar essa tarefa, terá que colidir com eles e será dada a sensação de que os cabos foram cortados. Para entrar no navio, o mergulhador terá de abrir a porta com o pé de cabra. A atribuição de pontos desta



FIGURA 4.9: Mensagem de missão não concluída.
[Elaborado pelo autor, 2020]

tarefa acontece quando o utilizador colide com o pé de cabra, aparecendo uma mensagem do botão a carregar para abrir a porta. Por último, para concluir a missão principal do presente nível, o utilizador terá de recuperar a vítima. Para realizar esta missão, o mesmo terá que colidir com a esfera azul perto da vítima, recebendo uma mensagem que a vítima foi recuperada (Figura 4.12). Para o utilizador saber que está a progredir no ambiente virtual criado, foi criado um painel que permite visualizar quais os utensílios que faltam recolher para completar a missão. Foi então, programado para que à medida que o utilizador vá colecionando os utensílios, estes apareçam no painel (Figura 4.13). Após a realização das quatro tarefas do presente nível, o utilizador pode passar ao próximo nível, colidindo com a esfera brilhante presente na ponte do navio. Foi programado para que quando o utilizador colidisse com este tipo de esfera, ocorresse uma mudança de cena e assim, passar ao próximo nível (Figura 4.14).

4.3 Nível 2

O nível 2 inicia-se com o mergulhador no interior da ponte do navio e com pouca luz para se movimentar dentro do navio, de modo a serem incutidos os procedimentos estudados no Capítulo 2. Como tal, foi programado para o utilizador possa utilizar ou não a lanterna, ficando ao critério deste. Para a utilização da lanterna, programou-se para quando o utilizador carregasse no botão específico⁷ a mesma se

⁷Os controlos do ambiente sintético podem ser consultados na Tabela D.1, presente no Apêndice D.



FIGURA 4.10: Menu Informativo dos 4 Níveis.
[Elaborado pelo autor, 2020]



FIGURA 4.11: Esfera com Bandeira Nacional para atribuição de pontos ao utilizador.
[Elaborado pelo autor, 2020]

ligasse e noutro botão para se desligar (Figura 4.15). No presente nível, existe um aumento de dificuldade pelos compartimentos que o utilizador tem para revistar. Para o utilizador receber os pontos pela realização desta tarefa, foram utilizadas as esferas com a bandeira nacional, sendo que cada vez que o utilizador colidir com uma delas, receberá os respectivos pontos (Figura 4.11). Para abrir a porta da cozinha,

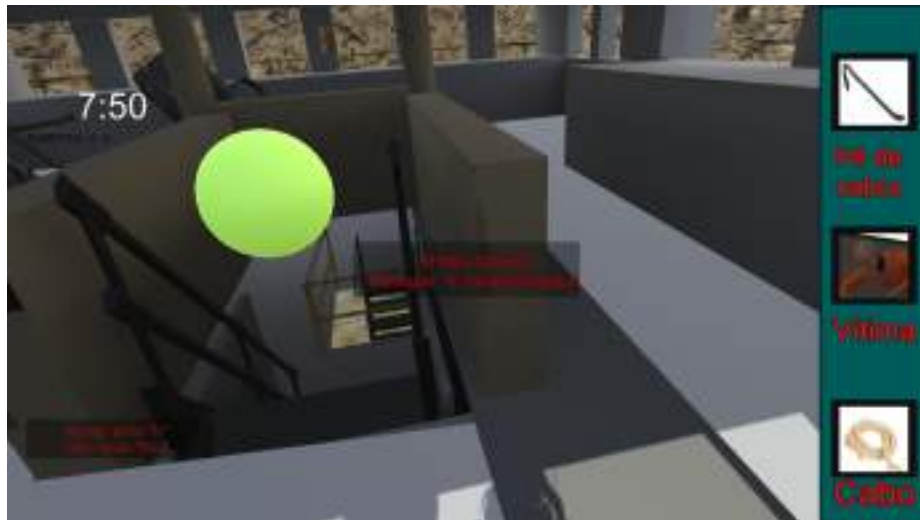
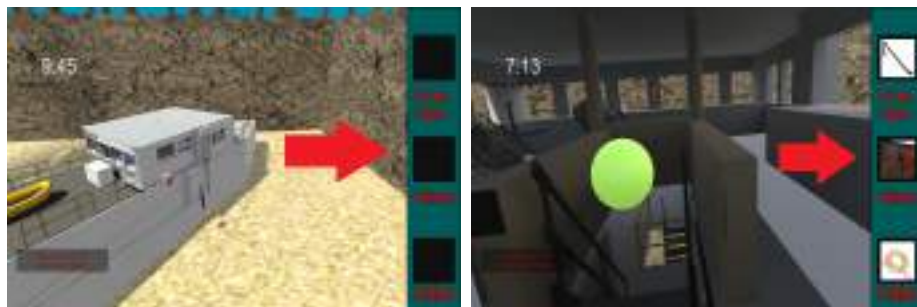


FIGURA 4.12: Nível 1: Mensagem que a vítima foi recuperada.
[Elaborado pelo autor, 2020]



(A) Painel de informação com os utensílios por recolher. (B) Painel de informação com os utensílios recolhidos.

FIGURA 4.13: Nível1: Painel de informação com os utensílios.
[Elaborado pelo autor, 2020]

asset obtido no *site* da plataforma *Unity*, foi realizado da mesma forma que no primeiro nível. Perto da porta da cozinha está um utensílio específico⁸ e ao colidir com ele, serão atribuídos pontos ao utilizador e aparecerá uma mensagem com o botão a carregar para abrir a porta. Após a realização da revista dos compartimentos, o utilizador terá que se dirigir ao laboratório do navio para recolher a caixa cifra, onde terá que colidir com a mesma para a recolher. Ao colidir com a caixa cifra, a caixa aparecerá no painel de utensílios e serão atribuídos os pontos pela realização da tarefa (Figura 4.16). Com a conclusão das tarefas, o utilizador terá de colidir com a esfera brilhante no laboratório para passar de nível, como foi explicado no Nível 1.

⁸Ver Apêndice C para consultar os utensílios utilizados na plataforma.

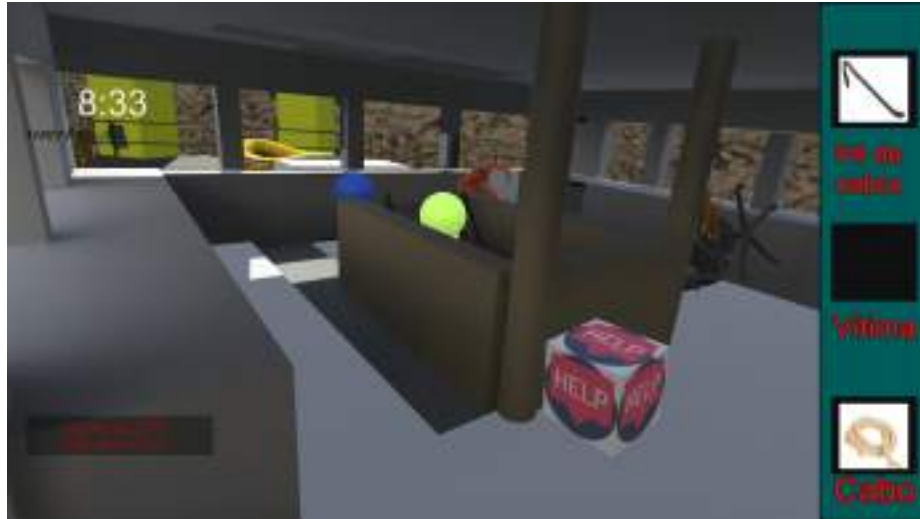
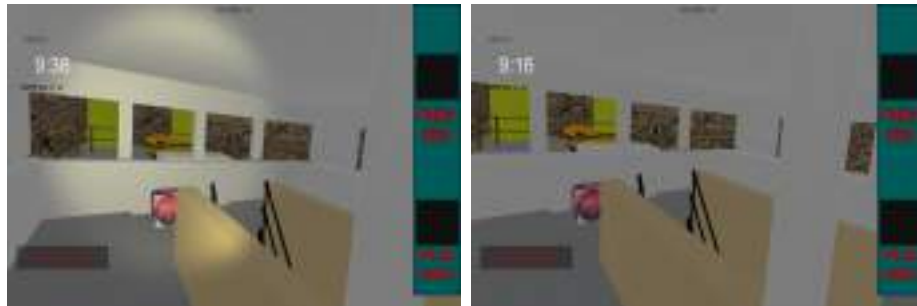


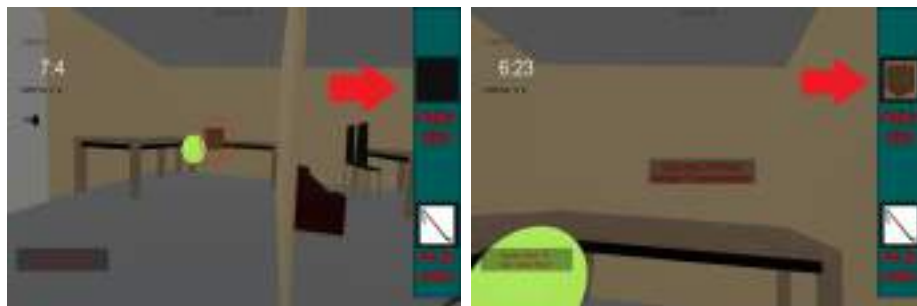
FIGURA 4.14: Nível 1: Esfera brilhante para a passagem de nível.
[Elaborado pelo autor, 2020]



(A) Lanterna ligada.

(B) Lanterna desligada.

FIGURA 4.15: Nível 2: Utilização da lanterna.
[Elaborado pelo autor, 2020]



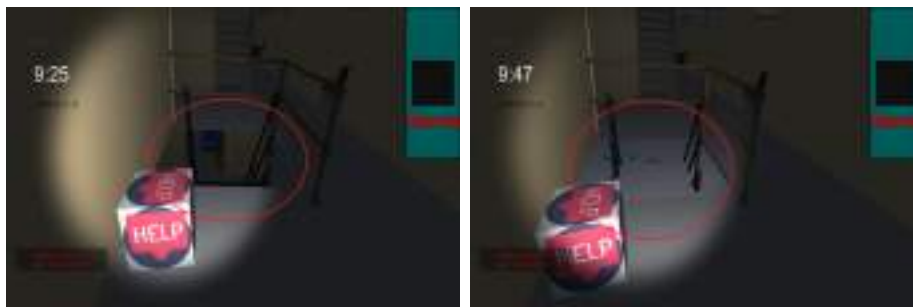
(A) Caixa cifra por recuperar.

(B) Caixa cifra recuperada.

FIGURA 4.16: Nível 2: Caixa Cifra.
[Elaborado pelo autor, 2020]

4.4 Nível 3

Pretende-se no terceiro nível criar uma maior interação entre o utilizador e o ambiente em seu redor, como tal foi criada a escotilha de acesso ao pavimento inferior e a recolha da marreta LA. Através da moldação de objetos 3D, foi criada a escotilha que dá acesso ao pavimento inferior, e aplicou-se uma imagem de uma escotilha do NRP Andrómeda. Posteriormente, foi criado um *script* que permite à escotilha aparecer e desaparecer, consoante o botão carregado pelo utilizador (Figura 4.17). Com a escotilha aberta, o mergulhador terá de investigar o pavimento inferior (cobertas e oficinas), sendo-lhe atribuído os pontos da mesma forma que no nível 2, através de esfera com a bandeira nacional. Para a recolha da marreta LA, o utilizador terá de colidir com o utensílio, aparecendo o utensílio no painel de informação e o utilizador receberá a mensagem que a marreta já foi recolhida. Com a conclusão das tarefas, o utilizador pode passar para o nível seguinte através da colisão com a esfera brilhante (Figura 4.18).



(A) Escotilha fechada.

(B) Escotilha aberta.

FIGURA 4.17: Nível 3: Escotilha de acesso ao pavimento inferior.
[Elaborado pelo autor, 2020]

4.5 Nível 4

Relativamente ao nível 4, pretendemos que fosse o nível mais difícil do ambiente virtual. Para isso foram criadas tarefas específicas para colocar pressão ao utilizador. O utilizador terá de abrir a porta com a marreta LA recolhida no nível anterior e para isso, foi programado como nos níveis anteriores: ao colidir com a marreta, o utensílio aparecerá no painel de informação e o utilizador receberá uma mensagem de como abrir a porta (Figura 4.19). Depois de aberta a porta, foi programado para o ecrã vibrasse e aparece-se uma mensagem de aviso de água contaminada, com o intuito de colocar pressão no utilizador (Figura 4.20). Para o mergulhador se salvar, terá que colocar o capacete de mergulho que foi um *asset*

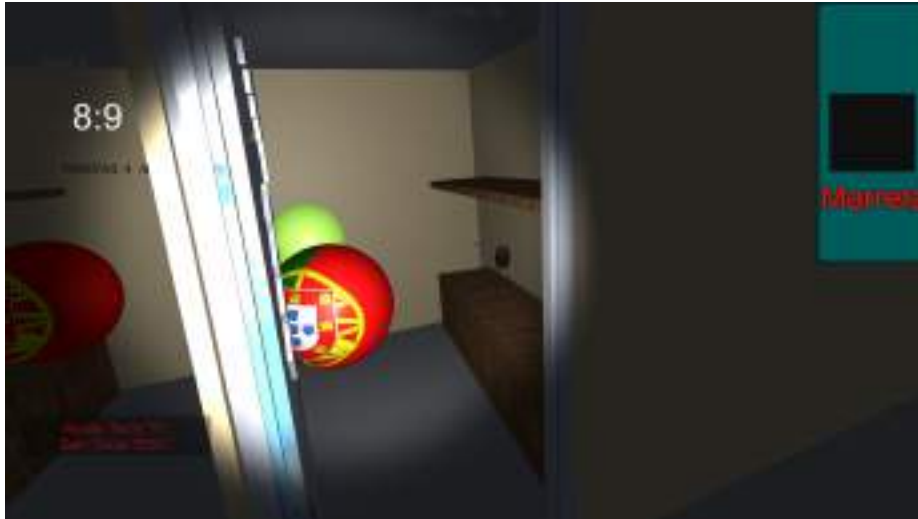
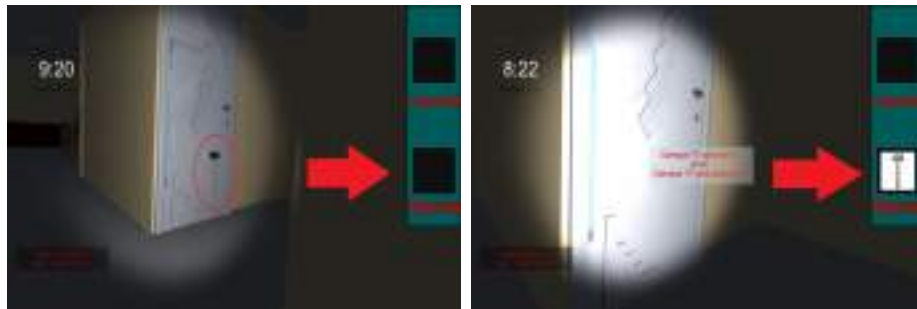


FIGURA 4.18: Nível 3: Esfera brilhante para a passagem de nível.
[Elaborado pelo autor, 2020]

obtido no *site* da plataforma de desenvolvimento. Este utensílio foi utilizado de duas maneiras diferentes no ambiente. Primeiramente, para serem atribuídos os pontos ao colocá-lo, foi adicionado o *script* de pontos para serem recebidos pelo utilizador quando colidir com o capacete (Figura 4.21a). Para o utilizador colocar o capacete, foi criado outro *script* permitindo ao mesmo realizar esta tarefa ao carregar no respectivo botão. Depois do capacete ser colocado, o utilizador receberá uma mensagem indicando que já se encontra a salvo e pode prosseguir a missão (Figura 4.21b). Por último, para a criação do espaço de máquinas do navio foram utilizados *assets* e modelados objetos 3D (Figura 4.22). Foi então, programado para que uma das peças da máquina se movimentasse, criando a sensação de derrame no local. Para cumprir a missão e parar o derrame, o utilizador necessita de premir o respectivo botão e posteriormente, colidir com a peça para obter a pontuação. Com a conclusão das tarefas do presente nível, o utilizador terá de colidir com a esfera brilhante para concluir o ambiente de treino.

4.6 Painel de Resultados

Com a conclusão dos quatro níveis do ambiente interativo, foi programado para que no fim do último nível aparecesse uma última cena a congratular o utilizador. O painel de resultados informa o utilizador quanto ao seu nível de sucesso na plataforma, mostrando-lhe os tempos que demorou por nível e a respectiva pontuação do tempo, de acordo com a Tabela 3.3, e ainda a sua pontuação final (Figura



(A) Marreta LA por recolher. (B) Marreta LA recolhida e mensagem.

FIGURA 4.19: Nível 4: Marreta LA.
[Elaborado pelo autor, 2020]

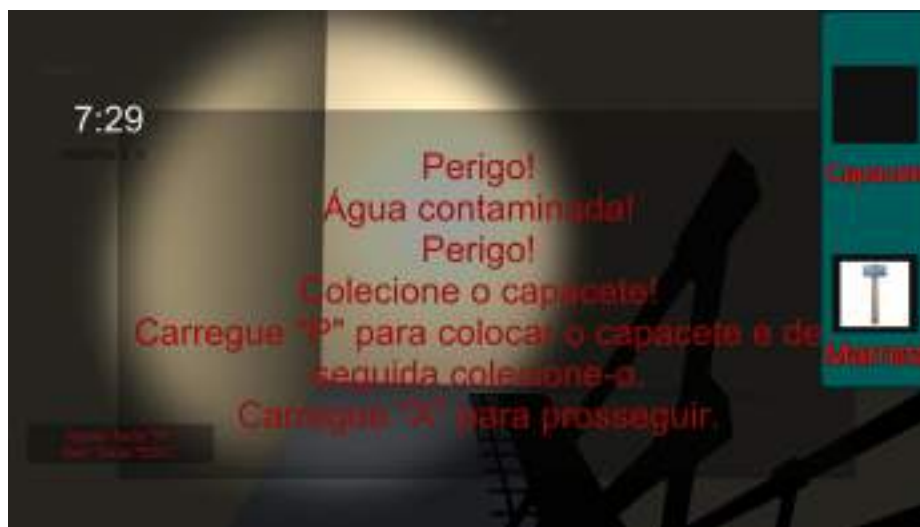
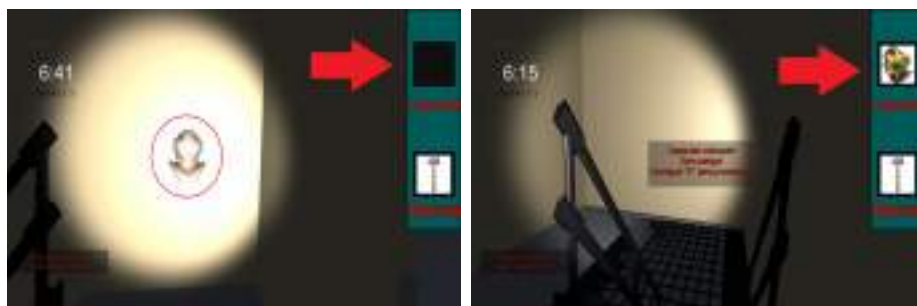


FIGURA 4.20: Nível 4: Mensagem de perigo.
[Elaborado pelo autor, 2020]



(A) Capacete de mergulho por recuperar. (B) Capacete de mergulho recuperado e mensagem.

FIGURA 4.21: Nível 4: Capacete de mergulho.
[Elaborado pelo autor, 2020]

4.23). Foi então programado para que o utilizador após concluir o ambiente interativo, ter a oportunidade de reiniciar e melhorar a sua pontuação ou então de sair do ambiente virtual.



FIGURA 4.22: Nível 4: Espaço de máquinas.
[Elaborado pelo autor, 2020]



FIGURA 4.23: Painel de resultados.
[Elaborado pelo autor, 2020]

4.7 Exportação do Ambiente Virtual

Depois de construído o ambiente virtual, a plataforma *Unity* permite exportar o mesmo para o sistema operativo *Windows*. Para isso, foi criado um logótipo (Figura 4.24) e exportado o ambiente, estando este pronto para ser utilizado.

4.8 Conclusão

A ambiente sintético foi programado respeitando os elementos do *design* de jogo e o *framework* definidos no Capítulo 1 e os procedimentos de salvamento marítimo estudados no Capítulo 2. Através destes elementos e procedimentos, foi possível



FIGURA 4.24: Logótipo do ambiente criado.
[Elaborado pelo autor, 2020]

criar um elevado nível de interação entre o utilizador e o ambiente, possibilitando a criação de sensações muito próximas da realidade no utilizador.

A solução criada tem o intuito de fornecer uma ferramenta de treino aos mergulhadores sapadores do DMS2, para que os mesmos possam treinar os procedimentos de salvamento marítimo sem as limitações estudadas no Capítulo 2. Logo, a solução foi desenvolvida para que os mergulhadores pudessem colocar em prática os procedimentos de salvamento marítimo e sentissem estímulos e sensações muito próximas das que iriam sentir se o treino fosse realizado num ambiente real.

Capítulo 5

Validação da Solução

Com o intuito de se concluir a terceira fase do ciclo regulador, validação da solução criada, foi elaborado o questionário para a conclusão dos seguintes objetivos: i) responder à QD3 e à QP; ii) validar a solução final.

O questionário realizado tem o objetivo de avaliar a solução criada. Para tal, foram analisados os seguintes critérios: realismo e a inovação da plataforma criada, se a mesma é suscetível de cativar os formandos/ alunos a desenvolverem as suas competências, e por fim, o *stress* e pressão criados com o ambiente.

O questionário⁹ é composto por seis secções: objetivo e instruções, dados demográficos, conhecimento de tecnologia de RV, avaliação da usabilidade da solução de RV, avaliação das características do protótipo de RV e por fim, avaliação global do protótipo de RV. Quanto à forma do questionário, o mesmo compreende questões de resposta de escolha múltipla e no fim de resposta aberta, para averiguar pontos positivos e negativos da plataforma de treino.

Quanto aos inquiridos, o protótipo foi experimentado por Aspirantes, Cadetes da Escola Naval e por Mergulhadores-Sapadores.

Para a elaboração do questionário foi utilizada a plataforma *Google Forms*, que permite a criação de questionários e posteriormente fornece os dados, que simplifica a análise dos questionários¹⁰.

No presente capítulo foi efetuada a análise dos resultados obtidos nos questionários.

⁹Pode ser lido no Apêndice E.

¹⁰Os gráficos obtidos com o questionário podem ser consultados no Apêndice F.

5.1 Análise de Resultados

A presente secção tem como objetivo analisar os dados obtidos, por forma a retirar-se conclusões referentes ao protótipo criado.

A secção do questionário referente aos dados demográficos tem o intuito de verificar o género, a idade e a categoria dos inquiridos. Responderam ao questionário 32 pessoas, dos quais 84,4% são do género masculino e as restantes do género feminino, todos com idades inferiores aos 24 anos, de acordo com a Tabela 5.1.

TABELA 5.1: Respostas ao questionário: Género e Idade.

[Elaborado pelo autor, 2020]

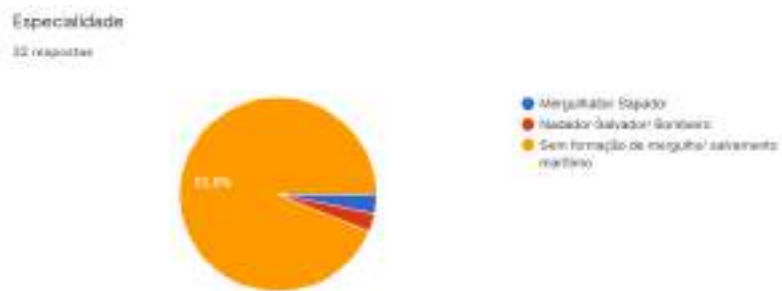
M		F		<24	
%	Respostas	%	Respostas	%	Respostas
84,4	27	15,6	5	100	32

O questionário teve como público-alvo os alunos da Escola Naval: Aspirantes e Cadetes. Como tal, apenas Cadetes e Aspirantes responderam ao questionário. Ainda na presente secção, pretende-se saber qual a especialidade dos inquiridos, o seu conhecimento referente ao salvamento marítimo e o número de participações neste tipo de ação. De acordo com a Figura 5.1, é possível verificar o seguinte: i) 93,8% dos inquiridos não tem formação na área do mergulho/ salvamento marítimo; ii) 43,8% tem pouco conhecimento sobre o treino de salvação marítimo (nível 2); iii) grande percentagem dos inquiridos nunca participaram numa ação de salvação marítima (68,8%). Isto justifica-se pelo facto de na Escola Naval, não existir formação sobre mergulho ou ações de salvamento marítimo, sendo esta parte estudada apenas na especialização de Mergulhador-Sapador.

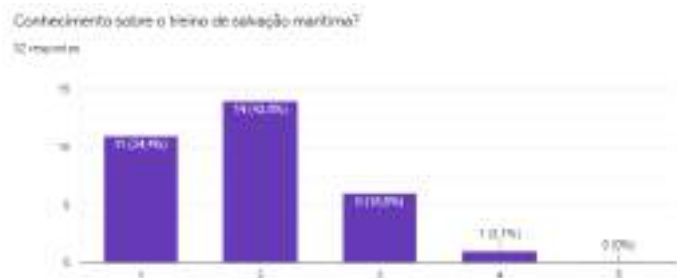
A **secção 3** permite retirar conclusões sobre o conhecimento que os inquiridos têm sobre a tecnologia utilizada para a criação da solução final.

Secção 3 - Conhecimento de tecnologia de Realidade Virtual.

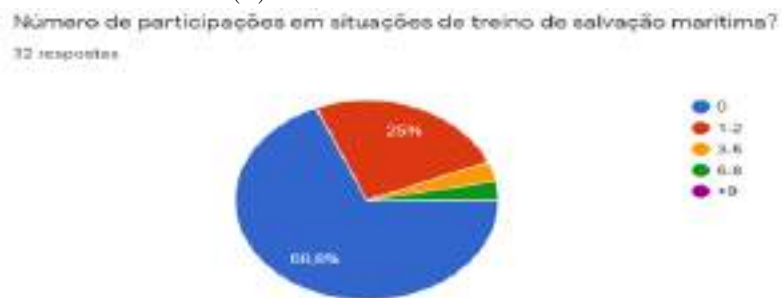
Através das questões 1 e 5 da presente secção, foi possível verificar o nível de conhecimento dos inquiridos referente à tecnologia utilizada para a criação do protótipo. Posto isto, 9 dos inquiridos (28,1%) têm um bom nível de conhecimento desta tecnologia, 7 dos inquiridos (21,9%) tem um conhecimento razoável, 11 pessoas (34,4%) tem pouco conhecimento sobre a tecnologia de RV e 5 inquiridos (15,6%) não tem conhecimento algum (Tabela 5.2). Isto demonstra que esta tecnologia não é estranha para 84,4% dos inquiridos, no entanto é uma ferramenta que precisa de ser aprofundada e melhor estudada para ser utilizada. Relativamente à diferença entre



(A) Especialidade dos inquiridos.



(B) Conhecimento do treino.



(C) Número de participações.

FIGURA 5.1: Gráficos do questionário referentes ao conhecimento das ações de salvamento marítimo.

a Realidade Virtual e Realidade aumentada, 40,6% dos inquiridos têm conhecimento das diferenças entre a Realidade Virtual e da Realidade Aumentada (Figura 5.2), o que demonstra algum conhecimento dos inquiridos nesta área mas ainda baixo.

TABELA 5.2: Nível de conhecimento da tecnologia RV.

[Elaborado pelo Autor, 2020]

Nível de Conhecimento	Respostas	%
1	5	15,6
2	11	34,4
3	7	21,9
4	9	28,1
5	0	0



FIGURA 5.2: Gráfico da Questão 5 da Secção 3.

As questões 6 e 7 permitem-nos retirar conclusões relativamente ao conhecimento dos inquiridos sobre plataformas de RV em treino militar. Como tal, a percentagem dos inquiridos que conhece aplicações para fins militares é de 46,9%, o que demonstra que esta tecnologia precisa de ser estudada para que possa crescer e evoluir o conhecimento relativamente a estas tecnologias que são uma mais valia para fins militares. Como tal, as áreas mais votadas para que a RV possa ser aplicada foram as seguintes (Figura 5.3): i) formação e treino (87,5%); ii) navegação/ operações navais (87,5%) iii) educação e ensino (84,4%). O que demonstra o seguinte: mesmo com pouco conhecimento sobre as tecnologias, os inquiridos conseguem perceber que esta tecnologia é uma ótima ferramenta para o fornecimento de treino e formação.

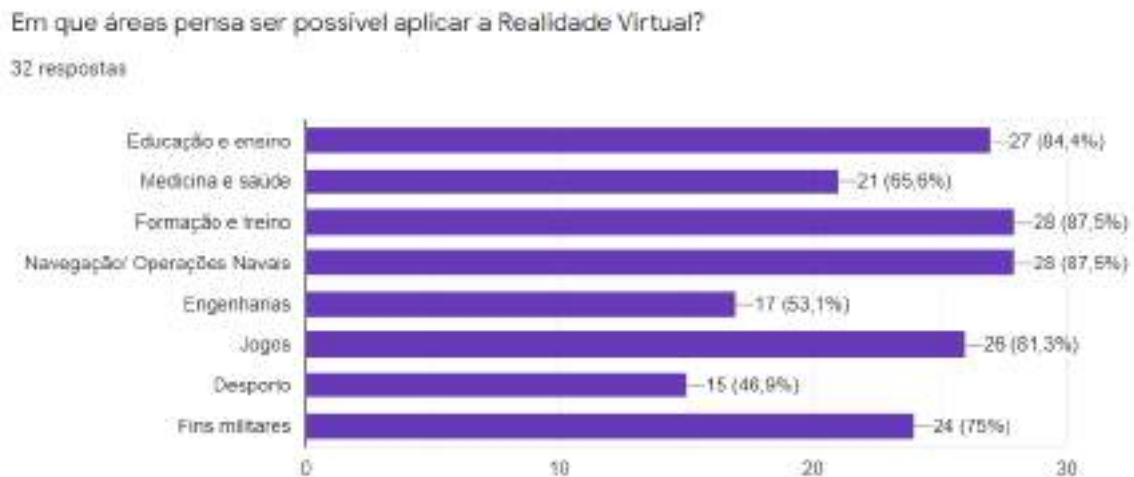


FIGURA 5.3: Gráfico da Questão 7 da Secção 3.

A **secção 4** pretende avaliar o nível de usabilidade da solução de Realidade Virtual e com isso responder à QD3. Para tal, foi utilizada a Escala de Usabilidade do Sistema, que será explicada na próxima secção do presente capítulo.

A **secção 5** pretende avaliar as características do protótipo desenvolvido. Como tal foram realizadas questões relativamente à forma como é definido a missão e as informações a serem seguidas. De acordo com os gráficos presentes na Figura 5.4, foi possível verificar que 50% dos inquiridos avaliou com um bom nível a forma como foram definidas as missões e 43,8% com um nível razoável como foram transmitidas as informações.

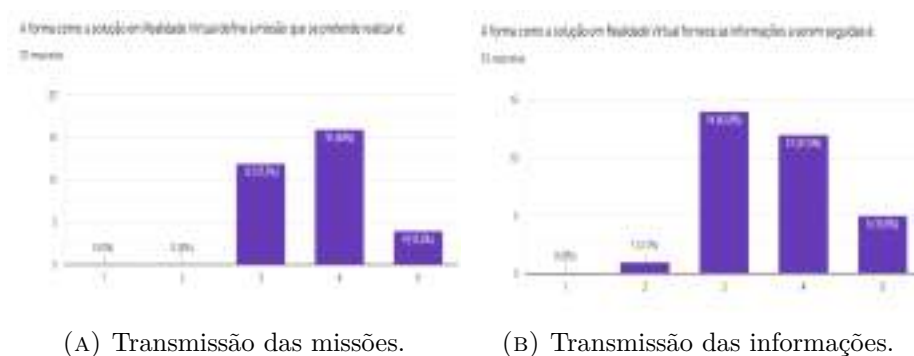


FIGURA 5.4: Gráfico e Tabela resumo da Questão 1 e 2 da Secção 5.

A solução criada pretende motivar os mergulhadores do DMS2, para que as suas ações em ambiente real sejam mais naturais. Logo, foi avaliado a forma de como o ambiente virtual motiva o utilizar para a conclusão das tarefas. Dos inquiridos, 50%, referiu que a plataforma criada motiva os utilizadores para a realização das tarefas de forma razoável. Isto permite concluir que a plataforma é uma boa ferramenta para motivar os utilizadores, no entanto ainda precisa de melhorias.

Outro objetivo para a criação da plataforma, foi a criação de emoções e estímulos próximos da realidade. Com a questão 5 da secção 5, pretendemos concluir se tal acontece. De acordo com o gráfico presente na Figura 5.5, conclui-se que a plataforma desperta bem as emoções no utilizador, cumprindo assim outro objetivo para a sua criação.

Pretendemos também, que a plataforma criada permita treinar os procedimentos de salvamento marítimo. Através da pergunta 7 da presente secção, é possível concluir que o ambiente criado permite desenvolver as competências dos formandos (Figura 5.6).

Relativamente à avaliação global do protótipo criado (secção 6 do questionário), pretendeu-se avaliar em termos globais relativamente ao ensino e aprendizagem da solução.

Através do Figura 5.7, conclui-se que a utilização da plataforma para treinar situações de salvamento marítimo é vantajosa e que o seu grau de realismo é razoável,

A forma como a solução em Realidade Virtual desperta emoções durante a execução das ações é:

32 respostas

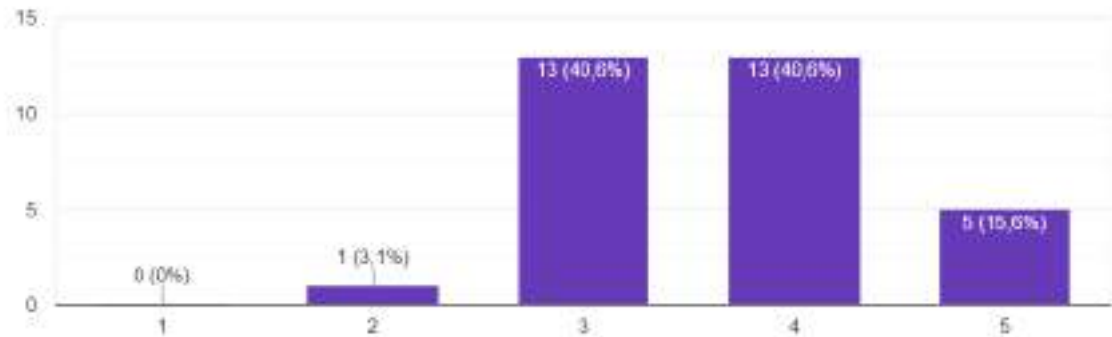


FIGURA 5.5: Gráfico da Questão 5 da Seção 5.

A forma como a solução em Realidade Virtual permite desenvolver as competências dos formandos é:

32 respostas

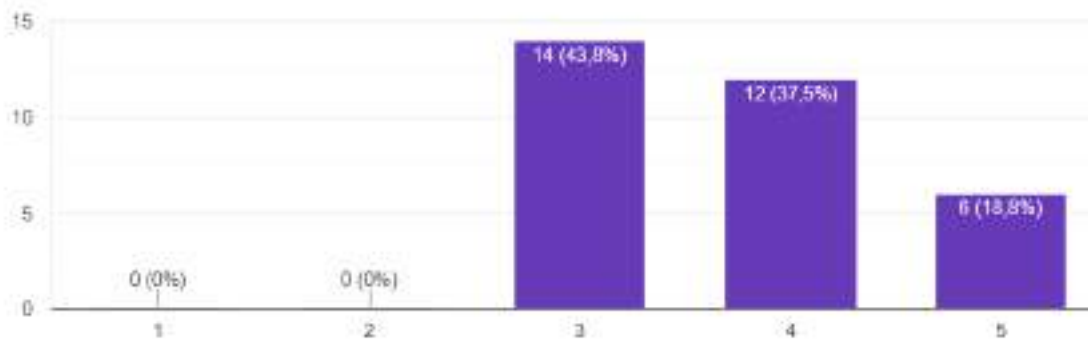


FIGURA 5.6: Gráfico da Questão 7 da Seção 5.

o que demonstra a boa utilização da RV no protótipo, tendo este ainda algumas melhorias.

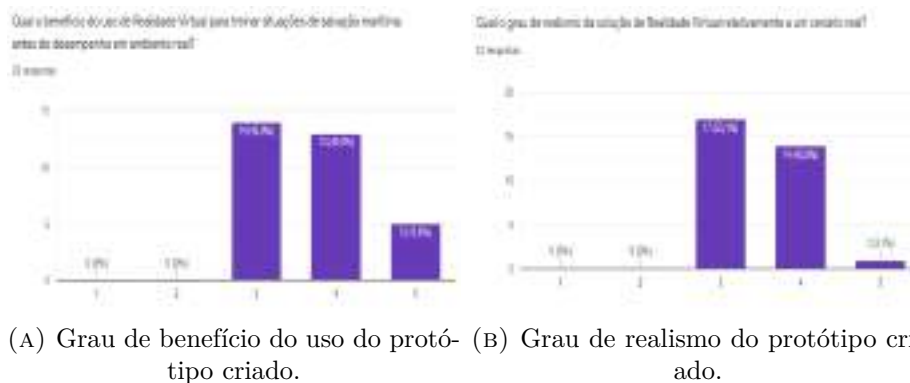


FIGURA 5.7: Gráficos das Questões 1 e 2 da Seção 5.

As seguintes questões presentes na secção 6 do questionário, permitiram tirar conclusões relativamente à avaliação do protótipo. Dos inquiridos, 40,6% avaliaram que a qualidade do artefacto é razoável e para 31,3% a qualidade é boa (Figura 5.8).

Tendo em conta que o artefacto é um protótipo, como avaliaria globalmente a qualidade da prova de conceito?

32 respostas

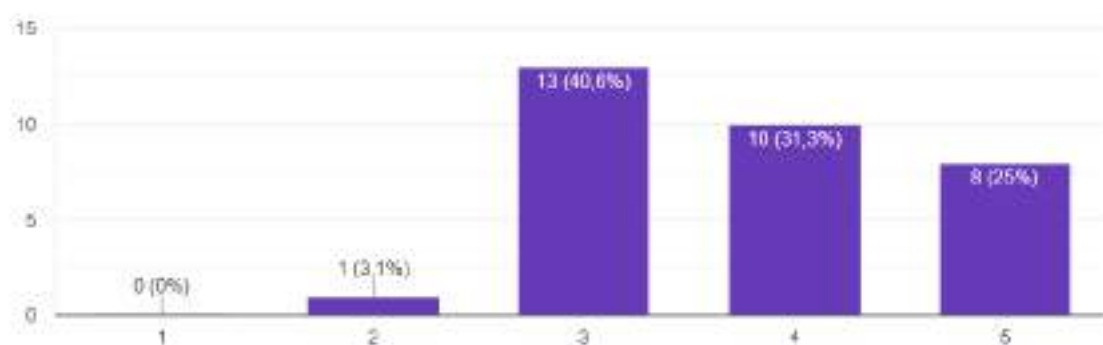


FIGURA 5.8: Gráfico da Questão 4 da Secção 4.

De acordo com a Figura 5.9, concluímos que o conceito de ensino apresentado no protótipo criado, é bastante inovador e bastante suscetível de cativar os formandos/ alunos de melhorarem os procedimentos de salvamento marítimo.



(A) Nível de inovação do protótipo criado. (B) Nível de cativação do protótipo criado.

FIGURA 5.9: Gráficos das Questões 5 e 6 da Secção 5.

De acordo com as respostas abertas, que serviram para obter os pontos positivos e negativos do protótipo, a solução criada apresenta algumas limitações nomeadamente na locomoção da personagem principal.

5.2 Análise Estatística

A análise realizada nesta secção, para além de permitir retirar conclusões muito relevantes acerca do sistema, pretende dar resposta à Questão Principal e à QD3 formuladas na *Introdução*.

Para medir a eficácia do protótipo criado foi utilizada a Escala de Usabilidade do Sistema¹¹. Este método de avaliação foi criado por John Brooke (1986) e é utilizado para avaliar qualquer tipo de interface. Existem três critérios que este sistema avalia, designadamente: i) **Efetividade**: se os objetivos dos utilizadores são concluídos; ii) **Eficiência**: o esforço e os recursos necessários que o utilizador necessita para concluir os seus objetivos; iii) **Satisfação**: se a experiência com o protótipo foi satisfatória (McLellan, Muddimer & Peres, 2012).

Este sistema inclui 10 perguntas e cada uma delas com uma escala de 1 (Discordo Completamente) a 5 (Concordo Plenamente), sendo o questionário respondido após os utilizadores experimentarem o protótipo criado. As 10 perguntas presentes do questionário de avaliação da usabilidade (quarta secção) são as seguintes:

1. Gostaria de usar este programa frequentemente.
2. O programa criado é desnecessariamente complexo.
3. O programa é fácil de usar.
4. Precisaria de ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos para usar o sistema.
5. As várias funções do sistema estão muito bem integradas.
6. O sistema apresenta muita inconsistência.
7. O programa é de fácil aprendizagem.
8. o Programa é confuso de utilizar.
9. Senti-me confiante ao utilizar o programa.
10. Precisaria de estudar o tema antes de conseguir usar o sistema.

Depois de o questionário ter sido respondido pelos utilizadores, é calculada a pontuação do sistema. Este processo segue os seguintes passos (Brooke, 2018): i) para as perguntas ímpares, subtrai-se um ponto ao valor atribuído pelos utilizadores; ii) para perguntas pares, subtrai-se o valor obtido a 5. Ou seja, se o utilizador

¹¹SUS - *System Usability Scale*.

respondeu 3, será contabilizado 2; iii) no final, somam-se todos os valores das dez perguntas e multiplica-se por 2.5, dando uma pontuação final de 0 a 100.

Para calcular a pontuação final do sistema de usabilidade foi utilizado a folha de cálculo *Excel*. Primeiramente, obteve-se a média de cada resposta e foi realizado o processo de cálculo anteriormente referido¹². Por fim, somaram-se todos os valores e multiplicaram-se por 2,5, dando a pontuação final que consta na Tabela 5.3.

TABELA 5.3: Médias de respostas do questionário SUS.

[Elaborado pelo Autor, 2020]

Questões	Média	Final
1	4	3
2	2	3
3	4	3
4	3	2
5	4	3
6	3	2
7	4	3
8	3	2
9	4	3
10	3	2
Total:		65

A pontuação final de eficácia do protótipo foi de 65. Com uma pontuação final de 65, é atribuído ao protótipo uma classificação de aceitável de acordo com a Tabela 5.4. Esta classificação permite fornecer uma resposta à QD3:

A solução criada é **eficaz** para fornecer treino na área do salvamento marítimo aos mergulhadores sapadores do DMS2.

TABELA 5.4: Classificação do Sistema SUS.

[Adaptado de: (McLellan, Muddimer & Peres, 2012)]

Classificação	Pontuação
Não Aceitável	0-64
Aceitável	65-84
Excelente	85-100

Para a análise da QP, foi realizada a análise estatística com um nível de confiança de 95% (probabilidade de erro de 5%). Foram então, selecionadas três questões do questionário para se fazer a sua análise estatística e dar resposta à QP.

¹²As respostas ao questionário SUS e a média das respostas podem ser consultadas no Apêndice G.

A análise estatística tem o intuito de comparar duas hipóteses: a hipótese nula (H_0) e a alternativa (H_1). Esta comparação é realizada através do valor *p-value* que, de acordo com a Tabela 5.5, permite rejeitar ou não a hipótese nula (Moraes, 2005).

TABELA 5.5: Relação do valor de *p-value* e da hipótese nula.

[Adaptado de: (Moraes, 2005)]	
P-Value	Significado
$\geq 0,1$	Não existe evidência contra H_0 , não é possível rejeitar a hipótese nula.
$< 0,1$	Fraca evidência contra H_0 .
$< 0,05$	Evidência significativa contra H_0 , é possível rejeitar a hipótese nula.
$< 0,01$	Evidência altamente significativa contra H_0 , é possível rejeitar a hipótese nula.
$< 0,001$	Evidência muito altamente significativa contra H_0 , é possível rejeitar a hipótese nula.

Q1: Qual o benefício do uso de Realidade Virtual para treinar situações de salvação marítima antes do desempenho em ambiente real?

- **H0:** Não existe benefício do uso da Realidade Virtual para treinar situações de salvação marítima antes do desempenho em ambiente real.
- **H1:** Existe benefício do uso da Realidade Virtual para treinar situações de salvação marítima antes do desempenho em ambiente real.

Análise: De acordo com a Tabela 5.6, o *p-value* calculado para a presente pergunta é de $2e(-6)$ o que nos permite rejeitar a hipótese nula (H_0) por ser inferior a 0,001. Concluindo assim que **existe benefício** do uso da tecnologia de RV para treinar situações de salvação marítima antes do desempenho em ambiente real.

Q2: Considera que um método de aprendizagem baseado em Realidade Virtual, é suscetível de cativar os formandos/ alunos?

- **H0:** O método de aprendizagem baseado em Realidade Virtual, não é suscetível de cativar os formandos/ alunos.
- **H1:** O método de aprendizagem baseado em Realidade Virtual, é suscetível de cativar os formandos/ alunos.

Análise: De acordo com a Tabela 5.7, o *p-value* obtido foi de $1e(-5)$. Então a hipótese nula é rejeitada por ser um valor inferior a 0,001. O que permite concluir

TABELA 5.6: Análise de dados da Questão 1 da secção 6 do questionário realizado.

[Elaborado pelo Autor, 2020]

Questão 1	
Média	3,72
Erro-Padrão	0,13
Mediana	4,00
Moda	3,00
Desvio-Padrão	0,73
Variância da Amostra	0,53
Curtose	-0,91
Assimetria	0,5
Intervalo	2,00
Mínimo	3,00
Máximo	5,00
Soma	119
Contagem	32
Nível de confiança (95%)	0,26
Diferença	0,72
T_{Sat}	5,58
$P-value$	2e(-6)

TABELA 5.7: Análise de dados da Questão 2 da secção 6 do questionário realizado.

[Elaborado pelo Autor, 2020]

Questão 2	
Média	3,72
Erro-Padrão	0,14
Mediana	4,00
Moda	3,00
Desvio-Padrão	0,81
Variância da Amostra	0,66
Curtose	-0,76
Assimetria	0,19
Intervalo	3,00
Mínimo	2,00
Máximo	5,00
Soma	119
Contagem	32
Nível de confiança (95%)	0,29
Diferença	0,72
T_{Sat}	5
$P-value$	1e(-5)

que um método de aprendizagem baseado na Realidade Virtual é **suscetível** de cativar os formandos/ alunos.

Q3: Pensa que tecnologias como a Realidade Virtual podem ser utilizadas para melhorar a transmissão de conceitos e práticas no ensino e formação?

- **H0:** Tecnologias como a Realidade Virtual **não podem ser utilizadas** para melhorar a transmissão de conceitos e práticas no ensino e formação.
- **H1:** Tecnologias como a Realidade Virtual **podem ser utilizadas** para melhorar a transmissão de conceitos e práticas no ensino e formação.

TABELA 5.8: Análise de dados da Questão 6 da secção 6 do questionário realizado.

[Elaborado pelo Autor, 2020]

Questão 3	
Média	3,81
Erro-Padrão	0,15
Mediana	4,00
Moda	3,00
Desvio-Padrão	0,86
Variância da Amostra	0,74
Curtose	-1,02
Assimetria	0,06
Intervalo	3,00
Mínimo	2,00
Máximo	5,00
Soma	122
Contagem	32
Nível de confiança (95%)	0,31
Diferença	0,81
<i>T Sat</i>	5,35
<i>P-value</i>	39e(-6)

Análise: De acordo com a Tabela 5.8, o valor obtido de *p-value* foi de 39e(-6), o que permite rejeitar a hipótese nula por ser um valor inferior a 0,001. Concluimos assim que as tecnologias como a RV **podem ser utilizadas** para melhorar a transmissão de conceitos e práticas no ensino e formação.

A análise detalhada dos resultados permite concluir que o protótipo criado, apesar da boa informação e treino disponibilizado, ainda carece de melhorias. No entanto, através da análise estatística é possível verificar que o protótipo criado é uma boa ferramenta para fornecer treino e formação aos mergulhadores sapadores

do DMS2. Para além disso, um dos objetivos da análise estatística é dar resposta à Questão Principal:

Os procedimentos de salvamento marítimo podem ser treinados e aperfeiçoados com eficácia num ambiente sintético?

Uma plataforma de treino num ambiente virtual que permita aos mergulhadores sapadores do DMS2 praticarem os procedimentos de salvamento marítimo é uma mais valia para a Marinha Portuguesa. Por isso, pela análise dos questionários verificou-se que o protótipo criado permite fornecer treino e formação aos mergulhadores sapadores do DMS2, no entanto ainda carece de algumas melhorias. Uma plataforma deste tipo é uma ferramenta vantajosa para a Marinha Portuguesa, pois permite que as suas equipas de intervenção estejam prontas para situações de ambiente real, através do treino fornecido por estas plataformas.

5.3 Análise *Eye-Tracking*

Na presente secção será feita a análise dos testes realizados com a técnica do *eye-tracking*. Durante a realização dos testes, que foram realizados a quatro mergulhadores sapadores do DMS2, é fornecida uma elevada quantidade de informação visual. Esta técnica serve para apurar a informação mais relevante do protótipo para os mergulhadores e, posteriormente, melhorar o protótipo (Richardson & Spivey, 2008).

A utilização da técnica do *eye-tracking* permite testar a eficácia do protótipo criado e analisar o comportamento do mergulhador. Esta análise é realizada através dos movimentos oculares dos mergulhadores que permitem medir a atenção visual e aquisição de informação através do equipamento *eye tracker* (Figura 5.10). Logo as técnicas de *eye-tracking* apresentam um grande potencial para avaliar objetivamente a perceção dos mergulhadores perante a missão proposta (Aguero, Mackenzie, Toledo & Mackenzie, 2018).



FIGURA 5.10: *Eye Tracker*. [Fonte: (Pupil Labs, 2020)]

A utilização deste equipamento implica a calibração das lentes dos olhos para cada pessoa, com o intuito de o monitor do computador ficar centrado com o campo de visão do utilizador. Além das duas câmaras que gravam os movimentos oculares, existe outra que grava o monitor do computador. Após realizados os testes através desta técnica, foi considerado o número de fixações que os quatro utilizadores fizeram em quatro momentos cruciais do protótipo, que são as missões principais de cada nível, designadamente: i) **Nível 1:** visualização da vítima na ponte do navio; ii) **Nível 2:** visualização da caixa cifra antes de ser recolhida; iii) **Nível 3:** Visualização da marreta LA; iv) **Nível 4:** visualização da paragem do derrame de combustível.



FIGURA 5.11: Fixações do Nível 1 pelos quatro mergulhadores.

A Figura 5.11 representa as fixações de cada mergulhador antes de recolher a vítima. Através do uso desta técnica verificamos que os 4 mergulhadores se fixam na esfera azul, que representa a vítima, o que mostra a sua intenção de salvar a mesma.

Antes da recolha da caixa cifra, é possível verificar pela Figura 5.12 que os mergulhadores ao entrarem no laboratório do navio investigam a área. Isto indica que os mergulhadores que experimentaram o protótipo estão cientes da movimentação dentro de um espaço confinado, pois investigaram o local antes de avançarem.

No terceiro nível, as fixações variaram entre a esfera brilhante (que permite passar de nível), a esfera com a bandeira nacional (para receber pontos pela revista

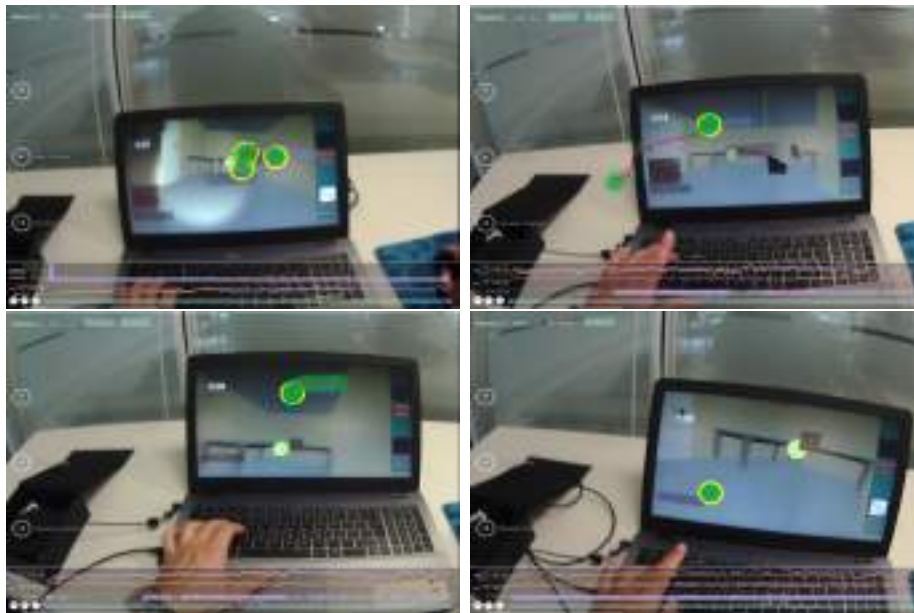


FIGURA 5.12: Fixações do Nível 2 pelos quatro mergulhadores.



FIGURA 5.13: Fixações do Nível 3 pelos quatro mergulhadores.

do compartimento) e a marreta LA (Figura 5.13). Neste nível foi possível averiguar que os mergulhadores tiveram de decidir qual o item a recolher primeiro.

O último nível foi criado com o intuito de ser o mais difícil dos quatro, como tal, os mergulhadores ao chegarem ao espaço de máquinas do navio o seu foco foi a esfera brilhante para concluir a missão, não havendo um grande varrimento de área dentro do espaço de máquinas (Figura 5.14).

Esta análise indica que a técnica de *eye-tracking* é uma técnica bastante



FIGURA 5.14: Fixações do Nível 4 pelos quatro mergulhadores.

vantajosa no que toca a averiguar quais os momentos e pontos de fixação mais importantes para os mergulhadores e assim evoluir o protótipo, no entanto não há dados suficientes para a realização de uma análise significativa.

Conclusão

A presente dissertação permitiu obter bastante conhecimento, por ter abordado vários conceitos das áreas da gamificação, do *storyboard*, da RV e dos procedimentos de salvamento marítimo, tanto em espaços confinados como as buscas subaquáticas.

Primeiramente, na dissertação, foi realizada a *Revisão da Literatura*, que se baseou na investigação das melhores tecnologias para se ser possível desenvolver a solução final. Esta investigação incidiu no estudo da gamificação e qual o melhor método para a usar, do SB e o melhor tipo de SB para a solução pretendida e por fim, o estudo da RV, onde foram estudados os vários tipos de RV e decidido qual a plataforma a utilizar para o desenvolvimento da solução. Através da realização do levantamento de requisitos foi possível elaborar um artigo científico que foi publicado e apresentado na AHFE 2020¹³.

O protótipo criado foi no âmbito do salvamento marítimo, realizado pelos mergulhadores sapadores do DMS2 da Marinha Portuguesa e, por isso, foi realizado o estudo sobre os procedimentos que foram introduzidos na solução final. Este estudo permitiu obter bastante conhecimento na área do salvamento marítimo, visto que foram abordados temas como: procedimentos de segurança do mergulho, buscas subaquáticas e procedimentos em espaços confinados.

O principal objetivo da presente dissertação foi alcançado, nomeadamente o desenvolvimento de um ambiente virtual que possibilitasse treino aos mergulhadores sapadores do DMS2. O protótipo criado permite o fornecimento de treino aos mergulhadores, sem as limitações que são impostas com o treino em ambiente real (referidas no Capítulo 2). Através da análise de dados, foi possível verificar que o protótipo é uma boa ferramenta de treino mas necessita de melhorias. Estas melhorias tem o intuito das emoções e dos estímulos sentidos no treino virtual, sejam mais próximos da realidade e assim, preparar melhores os mergulhadores sapadores da Marinha Portuguesa.

¹³O artigo científico pode ser consultado no Apêndice H.

A realização do presente trabalho permitiu concluir que um ambiente virtual de treino apresenta benefícios e que pode ter uma boa influência na formação e ensino dos mergulhadores sapadores, na área do salvamento marítimo.

Trabalhos Futuros

O ambiente sintético construído na presente dissertação de mestrado, demonstra o potencial da Realidade Virtual para simular ambientes e fornecer treino e formação. No entanto, sendo o trabalho apenas um protótipo, seria bastante vantajoso se houvesse a possibilidade de adquirir equipamentos multi sensoriais, promovendo assim, um maior nível de imersão do utilizador e com isso uma maior interação entre o mesmo e o ambiente em seu redor.

A análise realizada ao protótipo através da técnica *Eye-Tracking* foi uma análise simples devido ao tempo para realizar estes estudos. Seria bastante vantajoso o uso desta técnica para a realização de uma melhor análise com o intuito de o protótipo ser melhorado para preparar melhor os mergulhadores sapadores da Marinha Portuguesa.

O trabalho realizado é direcionado para a salvação marítima, no entanto, existem outras áreas do mergulho onde seria interessante o uso da Realidade Virtual. Tais como, a inativação de engenhos explosivos (DMS1) e os UAV's (DMS3).

Referências Bibliográficas

- Aguero, F. H., Mackenzie, U. P., Toledo, L. A. & Mackenzie, U. P. (2018). Eye Tracking E Suas Peculiaridades: Um Ensaio Para a Contribuição Acadêmica. *FACEF Pesquisa - Desenvolvimento e Gestão*, 21(1).
- Andersen, P., Archacki, R., Mustaghni, B. & Conti, N. (2020). *Building a Better B2B Demand Center*. Boston, Boston Consulting Group.
- Andrade, B. M. (2008). *Guia do Utilizador para uso do Blender 3D*, Universidade Federal de Pernambuco.
- Brathwaite, B. & Schreiber, I. (2009). *Challenges for game designers* (H. Hurley & M. Justak, Eds.; 1ª ed.). Boston, Course Technology.
- Brooke, J. (2018). *SUS- A quick and dirty usability scale* (N.º 8). Reading, Redhatch Consulting Ltd. <https://doi.org/10.5948/upo9781614440260.011>
- Caillois, R. (1961). *Man, Play and Games*. Chicago, University of Illinois Press.
- CBMEG. (2013). *Manual Operacional de Bombeiros Mergulhadores*. Goiás. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Chou, Y.-K. (2015). *Actionable Gamification: Beyond Points, Badges, and Leaderboards* (Createspac). Octalysis Media.
- Correia, A., Simões-Marques, M. & Luzes, T. (2020). Virtual Reality in Support of Maritime Rescue Training. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 1207 AISC, 116–122. https://doi.org/10.1007/978-3-030-51369-6_16
- Cunha, T. d. P. (2004). A Importância Estratégica do Mar para Portugal. *Nação e Defesa*, 11.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R. & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining gamification. *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments, MindTrek 2011*, 9–15. <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>
- EMA. (1995). IOA 109: Conceito de Emprego das Unidades de Mergulhadores.
- Ferro, L. S. (2016). *Gamification with Unity 5. X* (1ª ed.). Birmingham, Packt Publishing Ltd.
- Freitas, F. S. (2004). *Segurança no mergulho*. Rio de Janeiro, Universidade Estácio de Sá.

- GAMA. (2020). Gabinete de Investigação de Acidentes Marítimos e da Autoridade para a Meteorologia Aeronáutica. Obtido 13 março 2020, de <http://www.gama.mm.gov.pt/>
- Gregory, J. (2015). *Game Engine Architecture* (2ª Edição). A K Peters/ CRC Press.
- Kirner, C. & Siscoutto, R. (2007). *Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, projeto e aplicações* (Sociedade Brasileira de Computação, Ed.). Porto Alegre.
- Lacerda, D. P., Dresch, A., Proença, A. & Antunes Júnior, J. A. V. (2013). Design Science Research: Método de pesquisa para a engenharia de produção. *Gestao e Producao*, 20(4), 741–761. <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2013005000014>
- Lauckner, G. R., Nishi, R. Y. & Defence and Civil Institute of Environmental Medicine. (1985). Canadian Forces air decompression tables. *Downsview, Ont.* Defence; Civil Institute of Environmental Medicine.
- McLellan, S., Muddimer, A. & Peres, S. (2012). The effect of experience on system usability scale ratings. *Journal of Usability Studies*, 7(2), 56–67.
- Morais, C. (2005). *Descrição , análise e interpretação de informação quantitativa Escalas de medida , estatística descritiva e inferência estatística Índice*. Bragança, Instituto Politécnico de Bragança.
- MP. (2020). Missão da Marinha Portuguesa. Obtido 3 abril 2020, de <https://www.marinha.pt/pt/a-marinha/Paginas/missao.aspx>
- NASE Worlwide. (2011). *Open Water Diver Manual* (H. Averill, J. Conway, S. Evans, D. Rice, D. Weisman & T. Weisman, Eds.). Jacksonville, NASE Worldwide. www.NASEworldwide.org
- Paez, S. & Jew, A. (2012). *Professional Storyboarding: Rules of Thumb* (1ª Edição). Abingdon, Focal Press.
- Perkins, C. L. (2015). *The OCR Guide to Storyboards* (rel. téc.). Oxford Cambridge e RSA. Inglaterra, Oxford Cambridge; RSA. www.ocr.org.uk
- Remograph AB. (2020). *Remo 3D*. Norrbergavagen, Suécia, Remograph AB. <http://www.remograph.com>
- Richardson, D. & Spivey, M. (2008). Eye Tracking: Characteristics and Methods. *Encyclopedia of Biomaterials and Biomedical Engineering, Second Edition - Four Volume Set*, (September 2014), 1028–1032. <https://doi.org/10.1201/b18990-101>
- Rodrigues, D. D. (2018). Design Science Research como caminho metodológico para disciplinas e projetos de Design da Informação. *InfoDesign*, 14.
- Santos, A. M. & de Castro, J. J. (1998). *Stress: Análise Psicológica*. Lisboa, SciELO Portugal.

- Souza, C. A. M. (2013). *Manual de Busca Subaquática*. Espírito Santo.
- Strother, J. M. (2013). *Wings 3D* (J. McAlpin, Ed.; rel. téc.). Wings 3D.
- Thorn, A. (2016). *Unity 5.x By Example* (1º Edição). Packt Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1049/oap-cired.2017.1227>
- Tori, R., Kirner, C. & Siscoutto, R. (2006). *Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada* (Sociedade Brasileira de Computação, Ed.). Porto Alegre.
- Werbach, K. & Hunter, D. (2012). *For the Win - How Game Thinking Can Revolutionize Your Business* (Wharton Digital Press, Ed.; 1º). Pennsylvania.
- Zumrich, J. L., Prosser, J. J. & Prey, H. V. (1988). *NSS Cavern Diving Manual* (1º Edição). Branford, The Cave Diving Section of the National Speleological Society, Inc. www.hinko.org

Legislação

REPÚBLICA PORTUGUESA, Assembleia Da República, Decreto-Lei nº 34/2006, *Determina a extensão das zonas marítimas sob soberania ou jurisdição nacional e os poderes que o Estado Português nelas exerce, bem como os poderes exercidos no alto mar*, *Diário da República*, I Série nº 145, 28 de julho de 2006, pp 5374-5376.

———, Assembleia Da República, Decreto-Lei nº 70/2014, *Aprova o regime jurídico aplicável ao mergulho profissional em todo o território nacional*, *Diário da República*, I Série nº 167, 01 de setembro de 2014, pp 4611-4626.

———, Governo NACIONAL, Decreto-Lei nº 185/2014, *Lei Orgânica da Marinha*, *Diário da República*, I Série nº 250, 29 de dezembro de 2014, pp 6397-6406.

Apêndice A - Tabelas de Descompressão

No presente Apêndice serão descritos os conceitos de descompressão. De referir que toda a informação descrita, é proveniente da matéria lecionada no curso ETU01 – Curso de Especialização de Oficiais em Mergulhador Sapador.

A descompressão significa a diminuição de pressão. Quando ocorre um mergulho existe um aumento de pressão, que vai aumentando com a profundidade, de acordo com a fórmula da pressão hidrostática ($P = \rho * g * h$). Isto pode resultar em vários problemas de saúde associados à acumulação de gás inerte, o Azoto. Sendo que Oxigénio é consumido pelo organismo e o azoto não, e assim quando a sua pressão parcial aumenta, vai haver uma maior quantidade deste gás dissolvido no organismo, de acordo com a Lei de Henry.

Quando a pressão diminui, o Azoto irá libertar-se do organismo e se esse processo, ocorrer de uma forma rápida e descontrolada, a libertação deste gás formará bolhas gasosas que irão causar o “Mal da descompressão”. Ou seja, numa subida brusca, o Azoto que está dissolvido nos órgãos humanos, não terá tempo para passar novamente para o sangue e pulmões de modo a ser eliminado. Um método de prevenir estes problemas, são as tabelas de descompressão, sendo um método simples de executar.

As tabelas utilizadas pelos mergulhadores da MP, foram adotadas das *Canadian Forces Air Diving Tables and Procedures*. Existem várias tabelas nesta publicação, sendo que apenas iremos explicar a tabela A.1 - Descompressão *Standard* com Ar.

TABELA DE MERGULHO COM AR 1 DA CANADIAN FORCES (MTS) TABELA DE DESCOMPRESSÃO COM AR STANDARD										
Prof. (mts)	Tempo de Fundo (min)	Tempo de Fôlego a Profundidade (mts)							Tempo de Desc. (min)	SAR
		24	21	18	15	12	9	6		
33	5	-	-	-	-	-	-	-	2	A
	10	-	-	-	-	-	-	-	2	B
	12	-	-	-	-	-	-	-	2	C
	15	-	-	-	-	-	-	-	5	D
	20	-	-	-	-	-	-	3	9	F
	25	-	-	-	-	-	-	6	10	G
	30	-	-	-	-	-	-	9	10	H
	35	-	-	-	-	-	3	8	16	I
	40	-	-	-	-	-	5	8	24	J
	45	-	-	-	-	-	6	9	31	K
	50	-	-	-	-	-	7	9	38	M
	55	-	-	-	-	-	8	10	44	N

TABELA A.1: Tabela de Mergulho com Ar 1 (Lauckner, Nishi & Defence and Civil Institute of Environmental Medicine, 1985)

1. Vamos à profundidade desejada, que serão os 33 metros.
2. Escolhemos o tempo de fundo - tempo total desde o momento em que se larga da superfície até ao momento em que se inicia a subida - pretendido para que não ocorra mergulhos descompressivos, que serão os 12 minutos.
3. Para um tempo de fundo de 12 minutos, conseguimos concluir que o mergulhador dispõe de tempo de descida 2 minutos- 18 metros por minuto, que é a velocidade ideal- 10 minutos para operar e realizar as tarefas e não existe necessidade de se fazer paragem de segurança.
4. Caso o mergulhador fique, por exemplo 14 minutos, iríamos à linha dos 15 minutos de tempo de fundo, e conseguiríamos observar, que teria de ocorrer uma paragem de segurança aos 3 metros de profundidade com um duração de 5 minutos.

Apêndice B - Cenário

O NRP Andrômeda encontrava-se a Sul de Sines, com missão atribuída, a realizar um SONAREX. Devido às condições METOC desfavoráveis o navio embateu contra uma rocha e como consequência, começou a entrar água a bordo e afundou. Tendo sido dado o alerta, o navio SAR, dirigiu-se de imediato para prestar auxílio. Ao chegarem ao local, depararam-se com os elementos da guarnição do NRP Andrômeda à deriva. Após a recolha das vítimas, notou-se que faltava um elemento da guarnição. Após esta informação, os mergulhadores embarcados no navio SAR, fizeram um mergulho de inspeção e descobriram que o navio se encontrava no fundo, a 33 metros de profundidade. O mesmo encontrava-se com muitos perigos à volta. Além do navio SAR, foram também alertados os mergulhadores sapadores do DMS2, tendo estes dirigido-se para Sines com todo o material, para embarcar no navio SAR e, por conseguinte, embarcar na embarcação de apoio, para realizar ações de busca.

Apêndice C - Utensílios presentes no Ambiente Sintético

Para os mergulhadores poderem operar dentro de água, existem certos materiais que são levados nas missões. Como é referido no cenário, existem vários perigos tais como cabos à solta, portas e escotilhas fechadas que terão que ser abertas para a missão ser concluída. Como tal, foram selecionados alguns materiais que possam ajudar na resolução destes problemas. Segue, abaixo, os materiais usados no ambiente interativo com a respetiva imagem e o seu propósito.

- **Pé de Cabra:** Para abrir escotilhas ou portas do navio.
- **Punhal:** Para cortar os cabos que impeçam de entrar no navio.
- **Lanterna:** Para iluminar os compartimentos.
- **Capacete de mergulho:** Para mergulho em águas contaminadas.



(A) Pé de cabra.



(B) Punhal



(C) Lanterna.



(D) Capacete de mergulho.

FIGURA C.1: Ferramentas utilizadas.

Apêndice D - Controlos do Ambiente Sintético

O ambiente sintético pode ser executado através do teclado do computador. No presente Apêndice, estão explicados os controlos do ambiente criado, de acordo com a tabela D.1.

TABELA D.1: Controlos do ambiente sintético.

[Elaborado pelo autor, 2020]	
Botão	Função
C	Mergulhar
W	Nadar para a frente
Shift + W	Nadar devagar
S	Nadar de costas
D	Rodar para a direita
A	Rodar para a esquerda
E	Abrir portas
L / I	Ligar/ Desligar lanterna
P	Colocar capacete
G	Abrir escotilha
O	Parar derrame
Espaço	Subir
H	Abrir Menu de Informações
N	Fechar Menu de Informações
X	Fechar mensagens
ESC	Sair do ambiente virtual

Apêndice E - Questionário

Realidade Virtual no Contexto do Salvamento Marítimo

O presente questionário insere-se no âmbito da Dissertação de Mestrado do Aspirante Oliveira Luzes, do Curso João Baptista Lavanha (ano letivo 2019/2020). Os dados fornecidos serão utilizados exclusivamente para fins académicos. É garantido o carácter anónimo da recolha de dados efetuados.

Muito obrigado pela colaboração.

Objetivo do questionário Pretende-se com o questionário, recolher informação que permita avaliar as funcionalidades de uma plataforma de ensino em realidade virtual, para treino do salvamento marítimo.

A sua elaboração destina-se a obter dos inquiridos a seguinte informação: a) caracterização do seu perfil; b) grau de conhecimento sobre plataformas de ensino em Realidade Virtual; c) medição da usabilidade da solução de Realidade Virtual; d) avaliação das características do protótipo de Realidade Virtual; e) avaliação global do protótipo da plataforma de ensino em Realidade Virtual.

Instruções de preenchimento

1. O questionário é composto por 6 secções.
2. Todas as respostas são de carácter obrigatório, menos as escritas.
3. Não é permitido voltar para a página anterior depois de se mudar de página.

Secção 2 de 6

Perfil

As perguntas seguintes são de âmbito geral com o intuito de obter os dados demográficos do inquirido.

1. **Pergunta 1.** Género:
 1. Masculino
 2. Feminino
2. **Pergunta 2.** Categoria:
 1. Oficial
 2. Sargento
 3. Praça
 4. Aspirante/ Cadete

- 5. Militarizado
- 6. Civil

3. Pergunta 3. Especialidade:

- 1. Mergulhador Sapador
- 2. Nadador-Salvador/ Bombeiro
- 3. Sem formação de mergulho/ salvamento marítimo

4. Pergunta 4. Conhecimento sobre o treino de salvação Marítima?

Nenhuma 1 2 3 4 5 Especialista

5. Pergunta 5. Número de participações em situações de treino de salvação marítima:

- 1. 0
- 2. 1-2
- 3. 3-5
- 4. 6-8
- 5. +9

6. Pergunta 6. Idade:

- 1. <24
- 2. 25-39
- 3. 40-55
- 4. >55

Secção 3 de 6

Conhecimento de tecnologia de Realidade Virtual

As perguntas que se seguem pretendem avaliar o grau de conhecimento dos inquiridos da tecnologia de Realidade Virtual¹⁴.

7. Pergunta 7. Conhecimento de tecnologia de Realidade Virtual?

Nenhuma 1 2 3 4 5 Especialista

8. Pergunta 8. Familiaridade com aplicações em Realidade Virtual?

Nenhuma 1 2 3 4 5 Especialista

¹⁴1- Nenhum; 2- Muito pouco; 3- Razoável; 4- Bom; 5- Especialista.

9. **Pergunta 9.** Familiaridade com soluções de formação/ensino em Realidade Virtual?

Nenhuma 1 2 3 4 5 Especialista

10. **Pergunta 10.** Observação de demonstração de Realidade Virtual?

1. Sim
2. Não
3. Não sei

11. **Pergunta 11.** Conhece a diferença entre Realidade Virtual e Realidade Aumentada?

1. Sim
2. Não
3. Não sei

12. **Pergunta 12.** Conhece aplicações da tecnologia Realidade Virtual em treino militar?

1. Sim
2. Não
3. Não sei

13. **Pergunta 13.** Em que áreas pensa ser possível aplicar a Realidade Virtual?

1. Educação e ensino
2. Medicina e saúde
3. Formação e treino
4. Navegação/ Operações Navais
5. Engenharias
6. Jogos
7. Desporto
8. Fins militares
9. Outra opção:

Secção 4 de 6

Medição da usabilidade da solução de Realidade Virtual

Avaliação do nível de usabilidade da solução de Realidade Virtual¹⁵.

14. **Pergunta 14.** Gostaria de usar este programa frequentemente.

Discordo completamente 1 2 3 4 5 Concordo plenamente

15. **Pergunta 15.** O programa criado é desnecessariamente complexo.

Discordo completamente 1 2 3 4 5 Concordo plenamente

16. **Pergunta 16.** O programa é fácil de usar.

Discordo completamente 1 2 3 4 5 Concordo plenamente

17. **Pergunta 17.** Precisaria de ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos para usar o sistema.

Discordo completamente 1 2 3 4 5 Concordo plenamente

18. **Pergunta 18.** 5. As várias funções do sistema estão muito bem integradas.

Discordo completamente 1 2 3 4 5 Concordo plenamente

19. **Pergunta 19.** O sistema apresenta muita inconsistência.

Discordo completamente 1 2 3 4 5 Concordo plenamente

20. **Pergunta 20.** O programa é de fácil aprendizagem.

Discordo completamente 1 2 3 4 5 Concordo plenamente

21. **Pergunta 21.** O programa é confuso de utilizar.

Discordo completamente 1 2 3 4 5 Concordo plenamente

22. **Pergunta 22.** Senti-me confiante ao utilizar o programa.

Discordo completamente 1 2 3 4 5 Concordo plenamente

23. **Pergunta 23.** 10. Precisaria de estudar o tema antes de conseguir usar o sistema

Discordo completamente 1 2 3 4 5 Concordo plenamente

Secção 5 de 6

Avaliação das características do protótipo de Realidade Virtual

¹⁵1- Discordo completamente; 2- Discordo; 3- Sem opinião; 4- Concordo; 5- Concordo plenamente.

Responda às questões tendo em conta a utilização efetuada da solução de Realidade Virtual¹⁶.

24. **Pergunta 24.** A forma como a solução em Realidade Virtual transmite a missão que se pretende realizar é:

Insuficiente 1 2 3 4 5 Excecional

25. **Pergunta 25.** A forma como a solução em Realidade Virtual motiva na realização das tarefas é:

Insuficiente 1 2 3 4 5 Excecional

26. **Pergunta 26.** A forma como a solução em Realidade Virtual é utilizada é:

Muito complexa 1 2 3 4 5 Muito simples

27. **Pergunta 27.** A forma como a solução em Realidade Virtual desperta emoções durante a sua execução das ações é:

Insuficiente 1 2 3 4 5 Excecional

28. **Pergunta 28.** A forma como a solução em Realidade Virtual dispõe o meio envolvente e o contexto da ação é:

Insuficiente 1 2 3 4 5 Excecional

29. **Pergunta 29.** A forma como a solução em Realidade Virtual permite desenvolver as competências dos formandos é:

Insuficiente 1 2 3 4 5 Excecional

30. **Pergunta 30.** A forma como a solução em Realidade Virtual tem aderência a situações reais é:

Insuficiente 1 2 3 4 5 Excecional

Secção 6 de 6

Avaliação global do protótipo de Realidade Virtual

Pretende-se nesta secção avaliar, em termos globais no ensino/aprendizagem da solução de Realidade Virtual.

31. **Pergunta 31.** A forma como a solução em Realidade Virtual tem aderência a situações reais é:

Insuficiente 1 2 3 4 5 Excecional

¹⁶1- Insuficiente; 2- Suficiente; 3- Razoável; 4- Bom; 5- Excecional.

32. **Pergunta 32.** Qual o benefício do uso de Realidade Virtual para treinar situações de salvação marítima antes do desempenho em ambiente real?

Nenhum 1 2 3 4 5 Excecional

33. **Pergunta 33.** Qual o grau de realismo da solução de Realidade Virtual relativamente a um cenário real?

Nenhum 1 2 3 4 5 Excecional

34. **Pergunta 34.** Classifique globalmente a facilidade de utilização da solução em Realidade Virtual.

Muito difícil 1 2 3 4 5 Muito fácil

35. **Pergunta 35.** Considera o conceito de ensino apresentado inovador para o tipo de conteúdo?

Nada 1 2 3 4 5 Muito

36. **Pergunta 36.** Considera que um método de aprendizagem baseado em Realidade Virtual, suscetível de cativar os formandos/ alunos?

Nada 1 2 3 4 5 Muito

37. **Pergunta 37.** Pensa que tecnologias como a Realidade Virtual podem ser utilizadas para melhorar a transmissão de conceitos e práticas no ensino e formação?

Nada 1 2 3 4 5 Muito

38. **Pergunta 38.** O que mais agradou na solução de Realidade Virtual?

Resposta:

39. **Pergunta 39.** O que menos agradou na solução de Realidade Virtual?

Resposta:

40. **Pergunta 40.** Sugestões sugeridas para melhoria da plataforma criada.

Resposta:

Muito obrigado pela sua colaboração!

Tiago Puga de Oliveira Luzes

24515

Apêndice F - Respostas ao Questionário

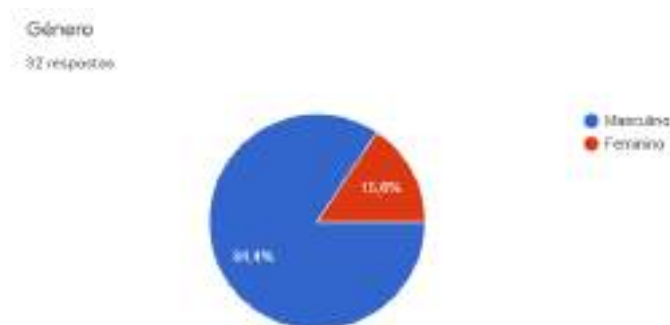


FIGURA F.1: Gráfico da Questão 1 da Secção 2.



FIGURA F.2: Gráfico da Questão 2 da Secção 2.

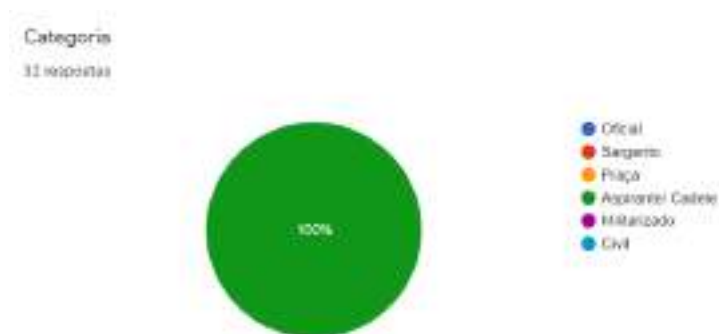


FIGURA F.3: Gráfico da Questão 3 da Secção 2.

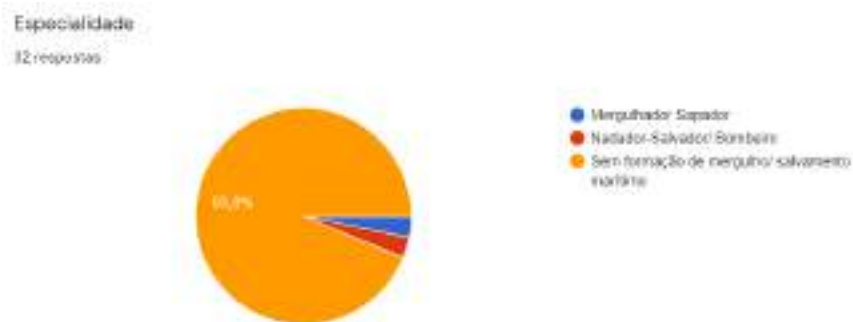


FIGURA F.4: Gráfico da Questão 4 da Secção 2.

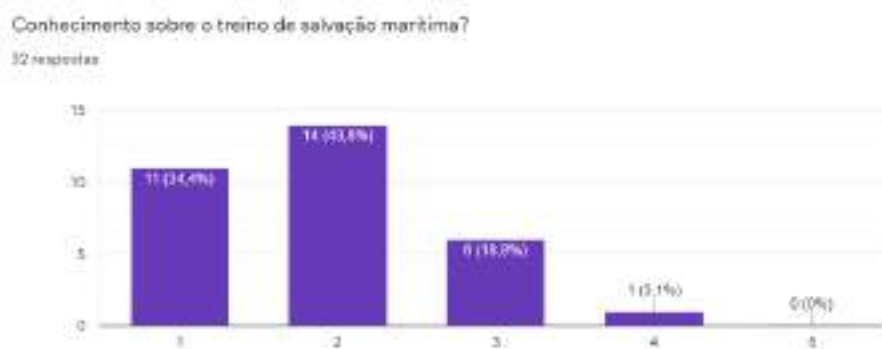


FIGURA F.5: Gráfico da Questão 5 da Secção 2.



FIGURA F.6: Gráfico da Questão 6 da Secção 2.

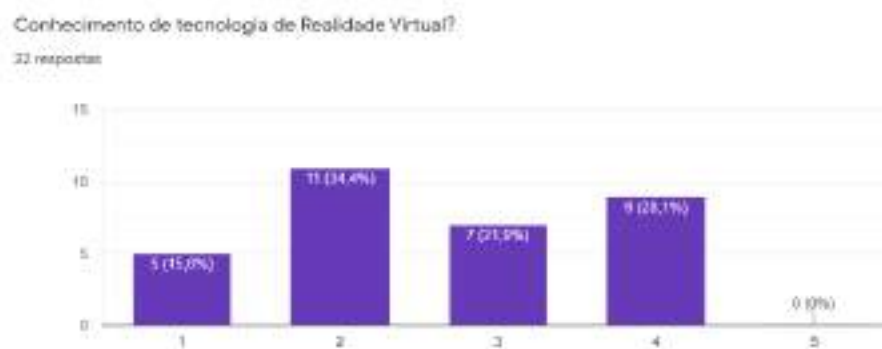


FIGURA F.7: Gráfico da Questão 1 da Secção 3.

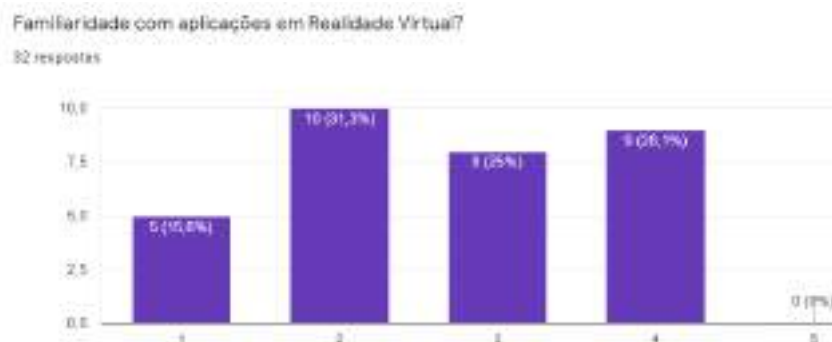


FIGURA F.8: Gráfico da Questão 2 da Secção 3.



FIGURA F.9: Gráfico da Questão 3 da Secção 3.



FIGURA F.10: Gráfico da Questão 4 da Secção 3.

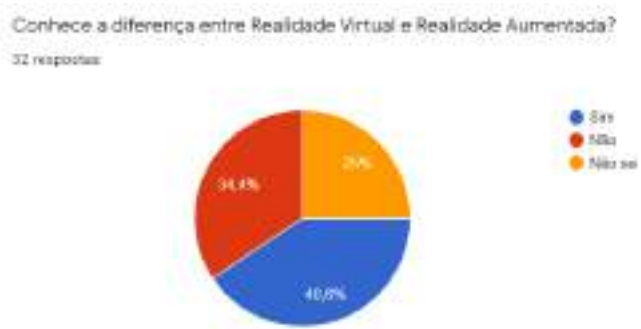


FIGURA F.11: Gráfico da Questão 5 da Secção 3.



FIGURA F.12: Gráfico da Questão 6 da Secção 3.

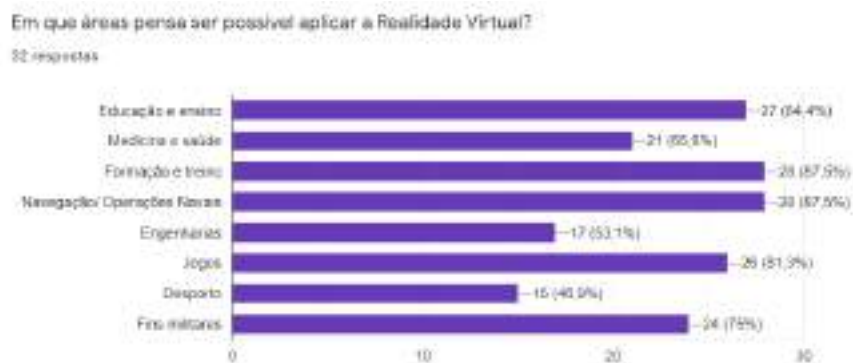


FIGURA F.13: Gráfico da Questão 7 da Secção 3.

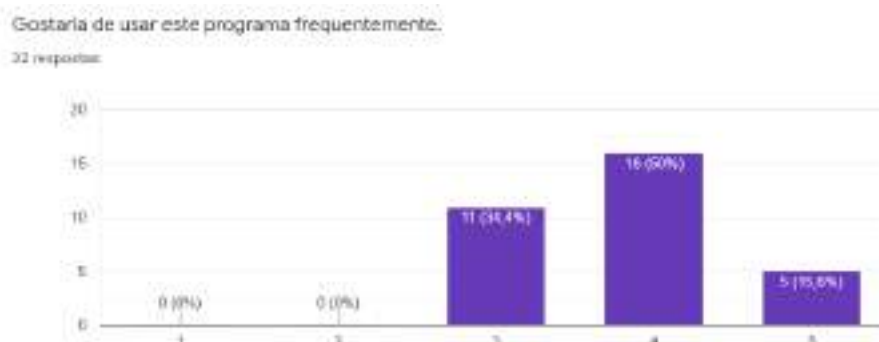


FIGURA F.14: Gráfico da Questão 1 da Secção 4.

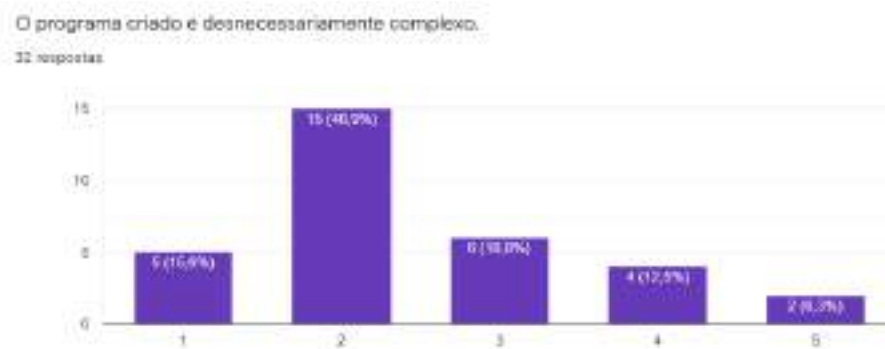


FIGURA F.15: Gráfico da Questão 2 da Secção 4.

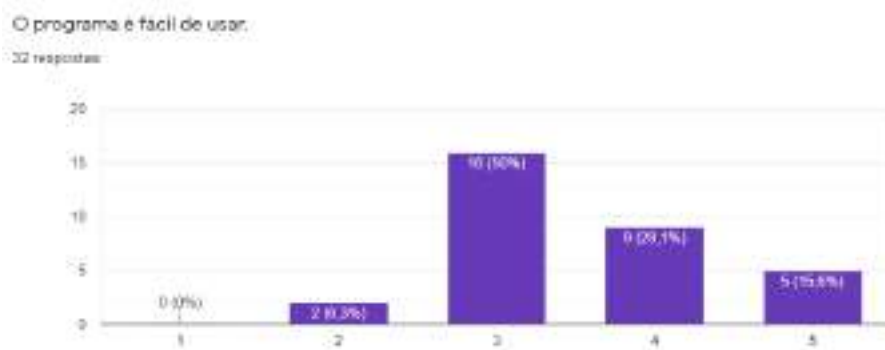


FIGURA F.16: Gráfico da Questão 3 da Secção 4.

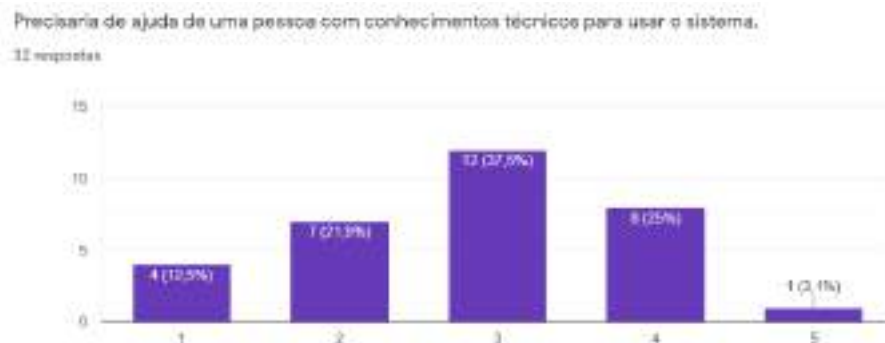


FIGURA F.17: Gráfico da Questão 4 da Secção 4.

As várias funções do sistema estão muito bem integradas.
32 respostas

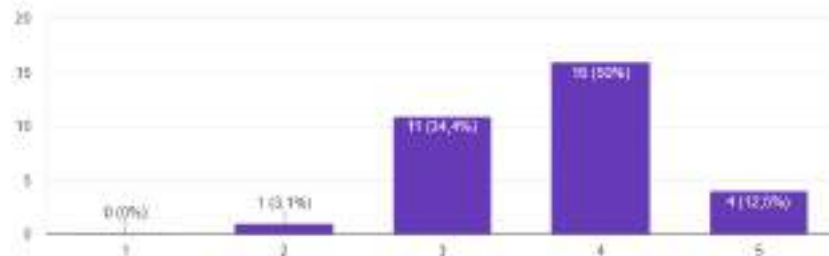


FIGURA F.18: Gráfico da Questão 5 da Seção 4.

O sistema apresenta muita inconsistência.
32 respostas

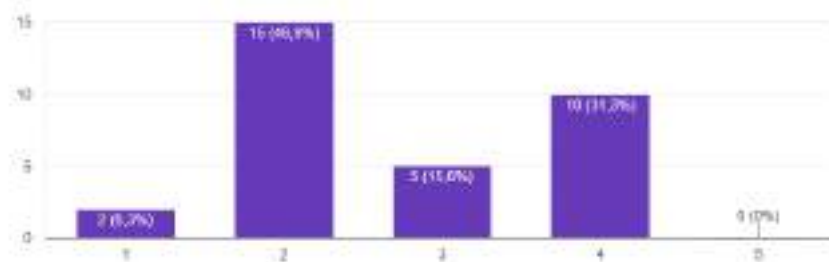


FIGURA F.19: Gráfico da Questão 6 da Seção 4.

O programa é de fácil aprendizagem.
32 respostas

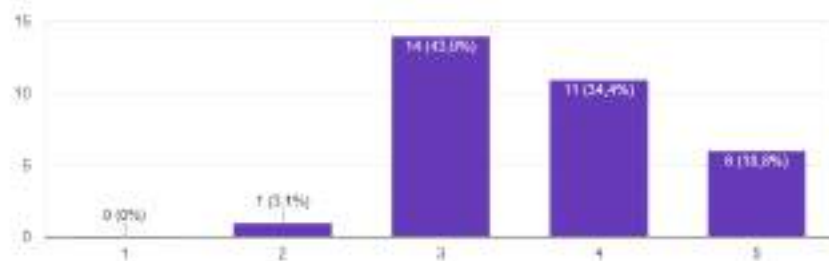


FIGURA F.20: Gráfico da Questão 7 da Seção 4.

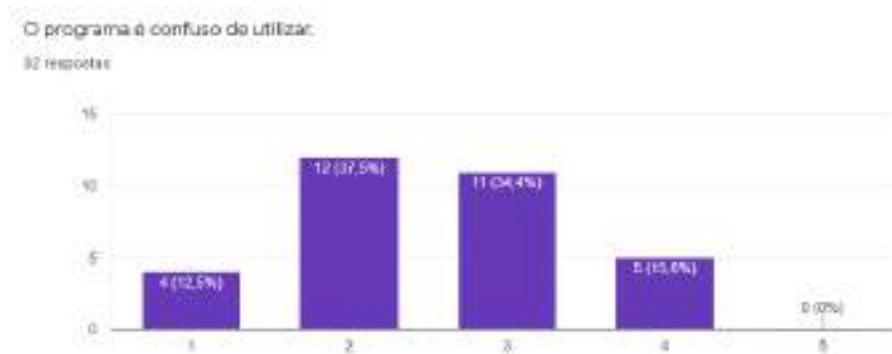


FIGURA F.21: Gráfico da Questão 8 da Secção 4.

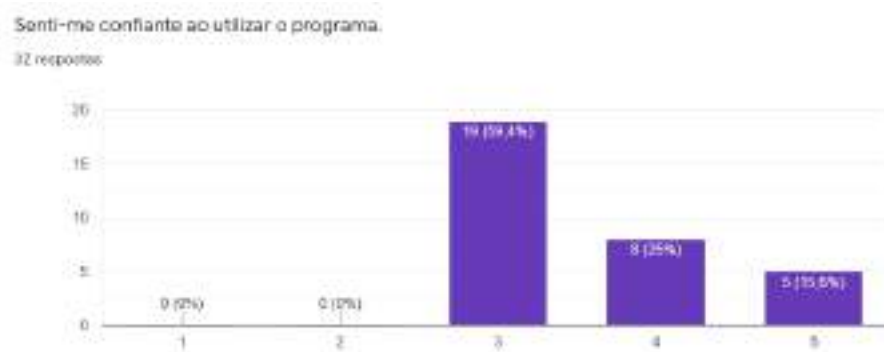


FIGURA F.22: Gráfico da Questão 9 da Secção 4.

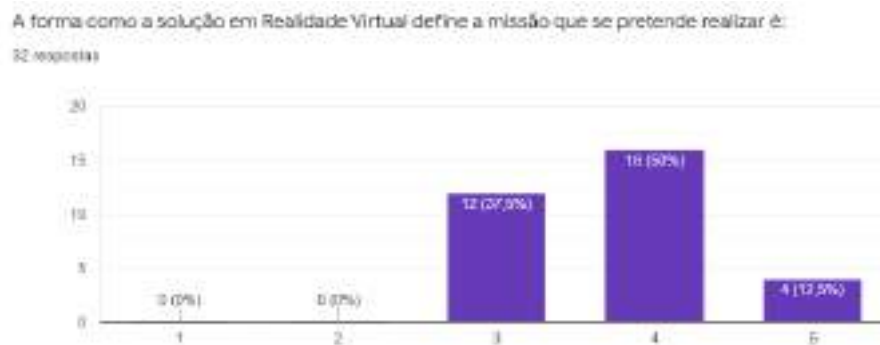


FIGURA F.23: Gráfico da Questão 10 da Secção 4.

A forma como a solução em Realidade Virtual define a missão que se pretende realizar é:

32 respostas

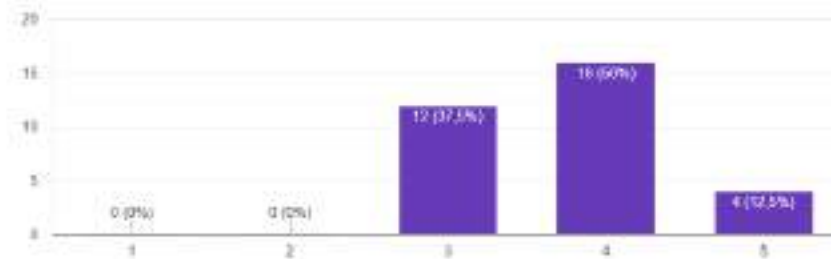


FIGURA F.24: Gráfico da Questão 1 da Secção 5.

A forma como a solução em Realidade Virtual fornece as informações a serem seguidas é:

12 respostas

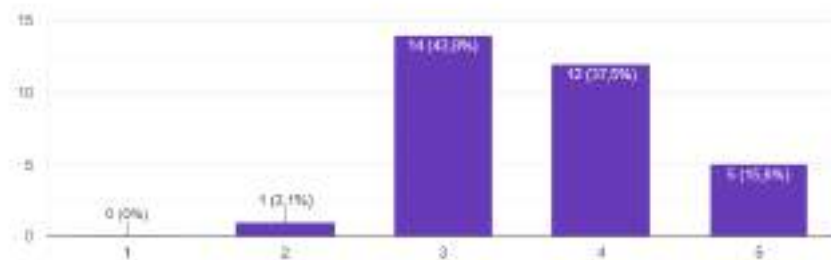


FIGURA F.25: Gráfico da Questão 2 da Secção 5.

A forma como a solução em Realidade Virtual motiva na realização das tarefas é:

32 respostas

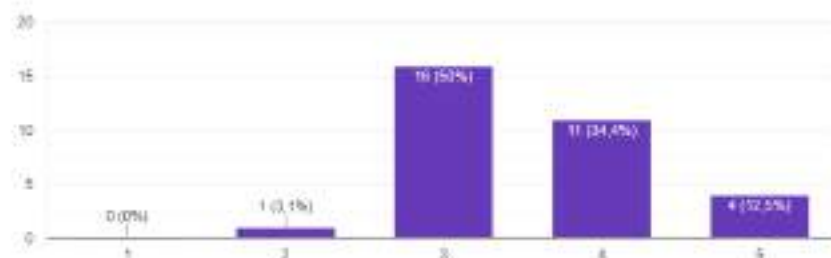


FIGURA F.26: Gráfico da Questão 3 da Secção 5.



FIGURA F.27: Gráfico da Questão 4 da Seção 5.

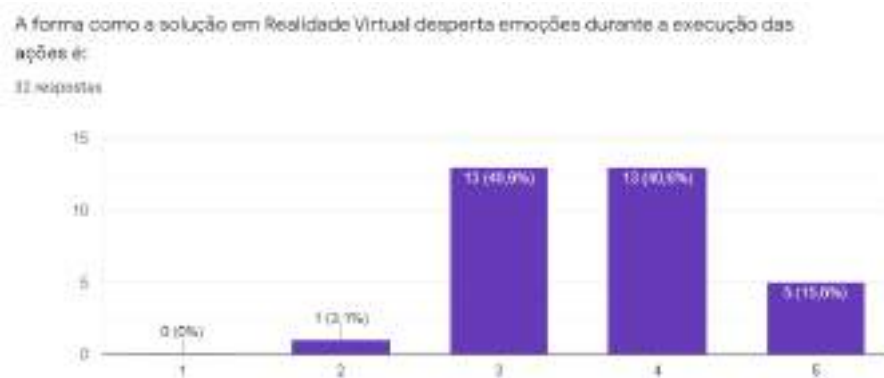


FIGURA F.28: Gráfico da Questão 5 da Seção 5.



FIGURA F.29: Gráfico da Questão 6 da Seção 5.

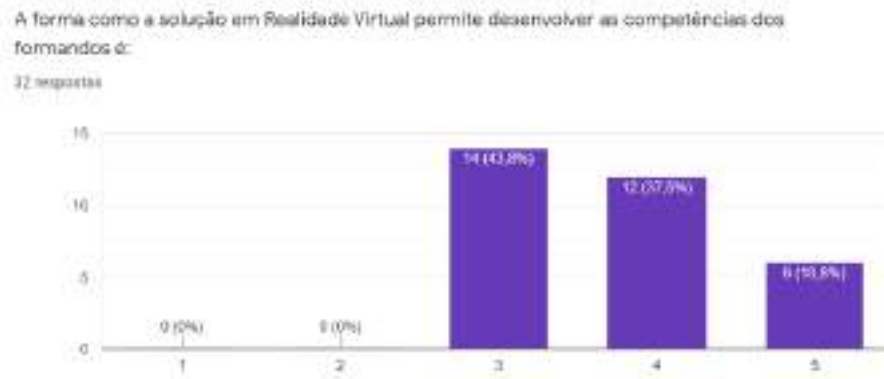


FIGURA F.30: Gráfico da Questão 7 da Secção 5.

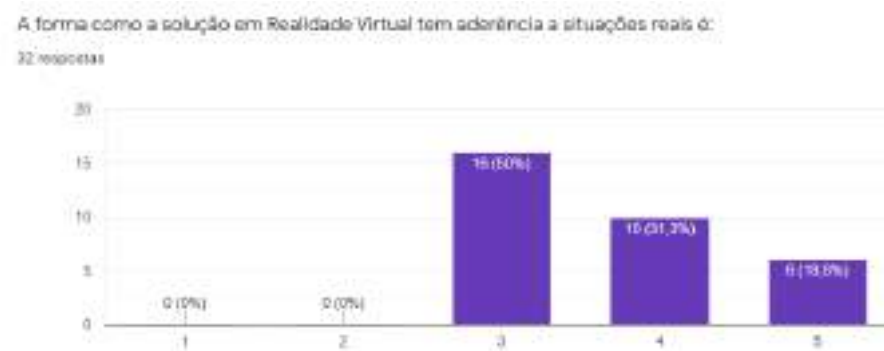


FIGURA F.31: Gráfico da Questão 8 da Secção 5.



FIGURA F.32: Gráfico da Questão 1 da Secção 6.

Considera que um método de aprendizagem baseado em Realidade Virtual, suscetível de cativar os formandos/alunos?

32 respostas

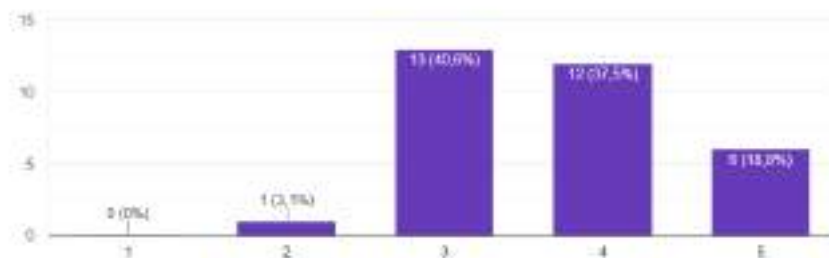


FIGURA F.33: Gráfico da Questão 2 da Secção 6.

Pensa que tecnologias como a Realidade Virtual podem ser utilizadas para melhorar a transmissão de conceitos e práticas no ensino e formação?

32 respostas

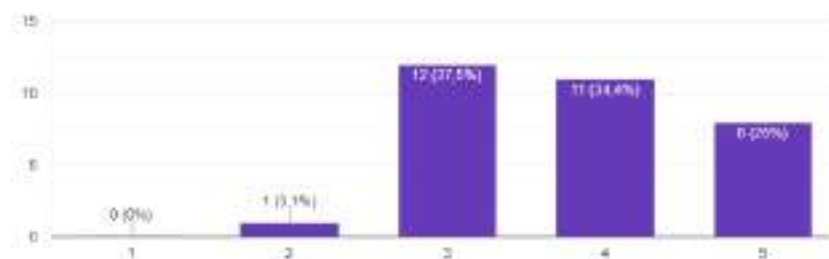


FIGURA F.34: Gráfico da Questão 3 da Secção 6.

Qual o grau de realismo da solução de Realidade Virtual relativamente a um cenário real?

32 respostas

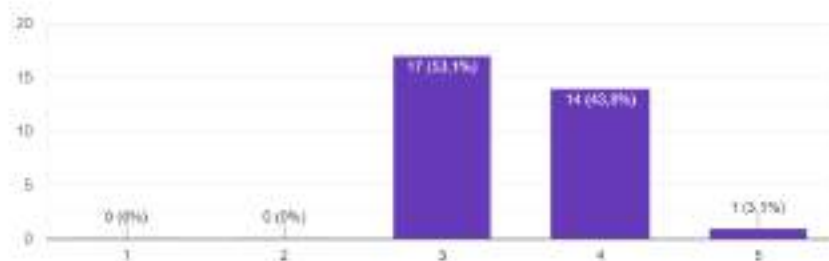


FIGURA F.35: Gráfico da Questão 4 da Secção 6.



FIGURA F.36: Gráfico da Questão 5 da Secção 6.



FIGURA F.37: Gráfico da Questão 6 da Secção 6.

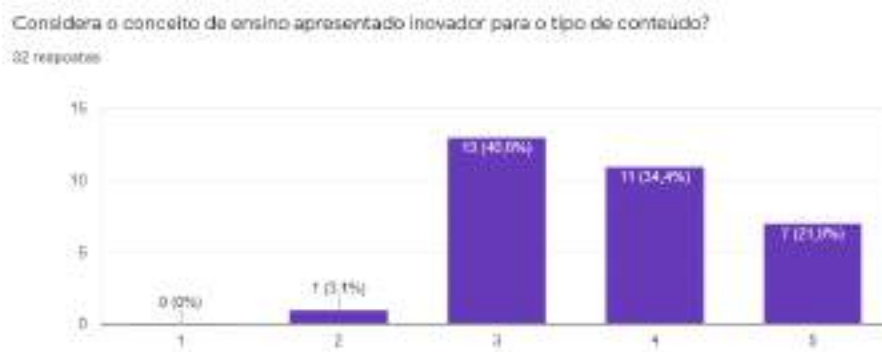


FIGURA F.38: Gráfico da Questão 7 da Secção 6.

Apêndice G - Folha de cálculo *Excel* - SUS

16º Inquirido	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Resposta																
1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4
6	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
7	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
8	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
9	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
10	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
94%																

FIGURA G.1: Folha de cálculo *Excel* do SUS até aos 16 inquiridos.

17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	Média	Desvio-padrão	Maxim
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3,85	3	3
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2,47	2	2
3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3,53	4	3
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2,84	2	2
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3,72	4	3
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2,72	2	2
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3,69	4	3
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3,53	3	3
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2,58	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3,69	3	3
																4%	6%	

FIGURA G.2: Folha de cálculo *Excel* do SUS dos 17 até aos 32 inquiridos.

Apêndice H - Artigo Científico

Virtual Reality in support of Maritime Rescue training

Anacleto Correia¹, Mário Simões-Marques¹, Tiago Luzes¹

¹ CINA V – Portuguese Navy, Alfeite, 2810-001 Almada, Portugal
anacleto.correia@gmail.com, mj.simoes.marques@gmail.com, oliveira.luzes@marinha.pt

Abstract. One of the main missions of the maritime authorities is to provide safety for people at sea. This task often involves specialized trained professionals either lifeguards at the beaches, as well as divers assigned to search & rescue (SAR) ships and helicopters. Training professionals for rescue situations at sea is a demanding process due to the requirements of the real scenarios, involving harsh weather factors that the rescue team has to face. Nevertheless, such training is critical to ensure the safety of the team and ensure the success of future rescue missions. The current paper describes the process followed in the design and development of an interactive environment using virtual reality, designed for training of maritime rescue teams. The process resorted in interdisciplinary domains, such as user experience, gamification and storytelling, for delivering a product usable, motivating, efficiency and fun. The final validation of the solution is performed through usability tests with a sample of lifeguards and divers that experienced the VR solution. The rescue professionals are submitted to a survey in order to evaluate users' effectiveness, satisfaction and ease of learn. Results are analyzed for assess the degree of compliance of the final product with the requirements, and gather requirements for the next iteration.

Keywords: Virtual Reality · Human Factors · Human-systems Integration · User Centered Design Integration · Gamification

1 Introduction

Littoral countries, such as Portugal, with a large volume of maritime traffic and long coast of beaches, are exposed to the risk of maritime accidents, due to ships' collision or stranding, as well as incidents with bathers. According to the Portuguese maritime accident investigation office, on the first semester of 2019, there were 149 accidents in maritime Portuguese jurisdiction, which resulted in 10 fatalities and 52 injured. The number of drownings in Portugal (sea and river beaches, public and private pools, and other water courses) has skyrocketed in the past eight years. One of the missions of the Portuguese maritime authorities is the safeguard of people at the sea. This task often involves specialized trained professionals either as life-guards at the beaches, as well as divers assigned to search & rescue (SAR) ships and helicopters. Training a professional lifeguard, for a rescue situation, is a difficult endeavor due to the requirements of creating realistic scenarios, including weather factors constraining the efforts of the

rescue team. Nevertheless, such training is critical to ensure safety of rescue team and the success of the mission.

Serious games are games designed for a primary purpose other than pure entertainment, for instance, for a training or education purpose. Virtual reality is an example of technology that can be used to create immersive environments adequate to support the implementation of serious game.

The current paper describes the process followed in the design and development of an interactive environment using virtual reality, designed for training of maritime rescue teams. The process resorted in interdisciplinary domains, such as user experience, gamification and storytelling, for delivering a product usable, motivating, efficiency and fun. During the development process multiple training context scripts were designed and developed so that members of rescue teams could, in the future, train a set of core procedures in synthetic environments to attain proficiency on rescue operations.

Following the present Introduction, the work is organized as follow: section 2 offers an overview of the problem which consist in addressing the procedures of rescue operations; section 3 reviews some of the main techniques required for underpinning the proposed solution and the current developments of the solution is presented in Section 4; finally, some conclusions of this study and recommendations for future work are presented.

2 Background

Maritime rescue is a high-risk mission usually involving high-stressed victims. Therefore, it is paramount that rescue professionals have great expertise in carrying out the procedures required for their mission. So, training is fundamental to the effectiveness of rescue actions of lifeguards.

As general rule, rescue procedures require three main actions: (a) **Recognition**: the professional must be aware of the emergency, must assume the responsibility and evaluate whether the situation requires urgent response; (b) **Planning**: the lifeguard must think before act and plan the action; (c) **Action**: the rescue must be carry out and assistance provided until the arrival of medical aid.

There are several techniques to approach the emergency by the lifeguards, depending on the circumstances (Fig. 1). The most effective technique to be used, when the approach is made from shore, is to *reach* the victim with a rescue stick. Lifeguards should only use techniques that involve swimming when ground-based techniques have failed or were not appropriate, due her distance to the castaway or because the victim is unconscious. The lifeguard must be aware that conditions can change during rescue (e.g. a conscious person may turn unconscious, the lifeguard may fail the attempt to launch a relief device, the sea condition can change). Thus, an action plan should never be considered final and may have to be adjusted during the course of the action.

The general algorithm for carry on a rescue mission is described next. (a) **Recognition**: 1. Alert emergency services; call a first-helper by other lifeguards; 2. Undress/dress up clothing/suit to facilitate the rescue; 3. Check the number of victims or shipwrecked; 4. Find their position; 5. Assess sea conditions; (b) **Planning**: 6. Select for the appropriate rescue method for the situation under evaluation; 7. Reach, throw,

walk, row, swim, or tow (Fig. 1); (c) **Action:** 8. Select the rescue medium according to the method defined in the planning; 9. Enter the water if necessary, and swim without losing sight to the castaway. (The approach to the castaway should be done in rescue swimming and with great caution). As soon as the castaway is within audible range, talk to her to convey calm and confidence. 10. Assess the castaway – in case of: (i) conscious castaway - speak calmly and give precise orders, instill confidence, and provide to the castaway the fluctuation device for rescue; move to a safe position, in relation to the castaway, by putting the fluctuation device between both; (ii) unconscious swimmer - the lifeguard should signal gesturally to the rest of the team (shaking the arm over the head) so a second-helper can call the emergency number: the quickness in reaching an unconscious castaway is vital because if she is not in respiratory arrest she will be soon; continuous observation is essential in case of the castaway to submerge; grab the castaway, bring it to the surface if she is submerged, check the airways and give it 2 insufflations: priority should be firstly to stabilize the victim's condition, and only then deal with the rescue; (11) Rescue the castaway according to the rescue method used; (12) Exit the water and carry the castaway to a safe place.

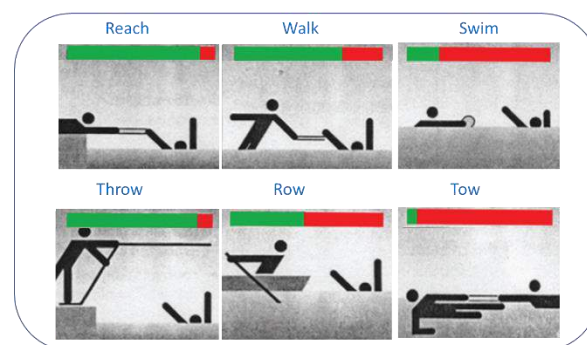


Fig. 1. Safety of the rescue procedure: green bar means the level of safety [1]

3 Literature Review

Virtual Reality (VR) offers a very high potential in education by making learning more motivating and engaging. VR is based on three principles: Immersion, Interaction, and User involvement with the environment and scenario. VR has evolved in two different kinds: non-immersive and immersive. The non-immersive type is built through a computer-based environment that can simulate places in the real or imagined worlds; the immersive type takes the idea even further by giving the perception of being physically present in the non-physical world. The non-immersive VR can be based on a standard computer, while the immersive VR needs appropriate devices (e.g. HoloLens, Oculus Rift) [2]. Regarding the development of the solutions there are more than ten platforms currently available, being Unity the most widely used [3]. Besides education and training other areas in which VR may prove to be particularly valuable are planning and management, marketing, entertainment, accessibility, and heritage preservation [4].

There is relevant interest in the topic of gamification in non-gaming contexts-can be used in other activities, such as education and training. Gamification can be defined as the application of game design principles to any activity in new and innovative ways. Some frameworks have been made available to instantiate gamification. Two of those frameworks that explain how gamified experiences can be created are: (1) Mechanics, Dynamics, and Emotions (MDE) [5]; (2) Octalysis [6].

Storyboarding is a design technique for demonstrating system interfaces and contexts of use. The important elements of storyboards include the use of text, people, level of detail, number of panels, and representation of the passage of time [7].

4 Proposed solution

The VR artifact to be built will explore different scenarios in wrecks and in bathing areas where there are castaways to be saved. The elements considered for the VR artifact were the following: (1) Avatar: the lifeguard (player) will be the main persona, and she must feel like in a real scenario. However, more avatars could appear during the played scenario, depending on the objectives; (2) Boss: the challenge to be overcome, will be the player has to save whoever needs assistance in a beach/ship in order to complete successfully the mission; (3) Achievements: for each action /task that a lifeguard completes, a certain number of points are assigned; (4) Mission: the rescue victims to save on the beach/ship, which the lifeguard will know before starting to play; (5) Points: the system of points, aims that, for each action, the player receives a set of points, in order that, at the end of the played scenario, all points will sum allowing to evaluate either the player, by its own or in comparison with previous players.

The elements, previously mentioned, are linked to following mechanics of the MDE framework [5]: (1) Cooperation and competition: this mechanics creates a feeling of victory (or defeat), based on the player's sense of responsibility, since the victims depend on the player to survive; (2) Challenges: placed in order the player can successfully complete the mission; (3) Rewards: the player will receive rewards (points) throughout the played scenario, which will contribute to the final score; (4) Victory: the mission must always be completed, with or without penalty. Regarding the dynamics, the elements introduced in the VR artifact were: (1) Emotions: triggered by the sense of responsibility and the need to accomplish the rescue by the player; (2) Progression: the player will have the notion that is advancing in the played scenario due to the challenges that appear, with the final challenge be saving the victim and return to a safe place (e.g. beach, ship); (3) Restrictions: the player is obliged, in all the scenarios, to leave a safe place to meet the castaway and return to the original place after the mission.

Several scripts, such the one in Fig. 2, were design based on a storyboarding process, executed according requirements gathering phase of a User Experience method [8]. In the context of each synthetic scenario of a maritime accident, a person executes a set of search and rescue procedures meant to save an endangered castaway (e.g. trapped in a sunk ship). In the specific scenario of Fig. 2, the story goes like this: a bather signals that he is in trouble; the lifeguard prepares to jump into the water; the lifeguard's jump is made with his body parallel to the water, and the eyes pointed to the man he wants to rescue; the lifeguard swims in direction of the bather, without losing him his view; after arriving to a short distance of the bather the lifeguard plunge, circumvent the bather,

and grab him from the neck to make him rotate until the chest is facing up; the lifeguard begins the transportation process towing the bather using a lateral-crawl swimming style; arriving a secure spot the lifeguard helps the endangered bather to climb up for a safe position.

The performance of each player, traversing each scenario and realizing the assigned tasks, is monitored through the gamification process previously described. The implementation of the virtual reality solution for maritime rescue training is planned to be made in the Unity platform.

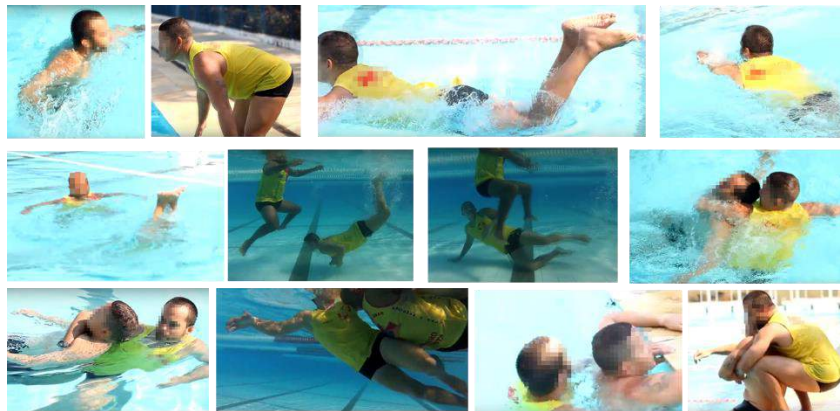


Fig. 2. Scenario demonstrating the employ of a sequence of rescue techniques [9]

The final validation of the built training VR solution is performed through usability tests with a sample of rescue professionals. For this purpose, after experiencing the VR solution, a sample of lifeguards and divers are assessed to measure the degree of compliance of the solution with the requirements. The rescue professionals are submitted to a survey to evaluate users' effectiveness, satisfaction and ease of learn. The solution's interface content and layout is to be refined and improved following a User Centered Design approach and the System Usability Scale (SUS) method [10].

5 Conclusions

This paper addresses the implementation of a VR solution for the training of rescue professionals. Several domains contributed to the design and construction of the solution, namely, gamification, storyboard and immersive VR. The solution is part of an iterative process, aimed to assess and improve its static and dynamic qualities, and also the compliance with required usability standards.

The system places several challenges, namely regarding the usability and human-machine interactions, which is going to be addressed, as part of the future work, in the iterative process, according to the principles and methods of User Experience.

Acknowledgments. The work was funded by the Portuguese Navy.

References

1. ISN: Manual do Nadador Salvador. Instituto de Socorros a Náufragos (2008).
2. Freina, L., Ott, M.: A literature review on immersive virtual reality in education: State of the art and perspectives. Proc. eLearning Softw. Educ. (eLSE)(Bucharest, Rom. April 23--24, 2015). (2015). <https://doi.org/10.12753/2066-026X-15-020>.
3. Slant: What are the best game engines for Virtual Reality development?, <https://www.slant.co/topics/2202/~best-game-engines-for-virtual-reality-development>, last accessed 2020/01/20.
4. Guttentag, D.A.: Virtual reality: Applications and implications for tourism. Tour. Manag. (2010). <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2009.07.003>.
5. Robson, K., Plangger, K., Kietzmann, J.H., McCarthy, I., Pitt, L.: Is it all a game? Understanding the principles of gamification. Bus. Horiz. (2015). <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2015.03.006>.
6. Chou, Y.-K.: Actionable gamification: Beyond points, badges, and leaderboards. (2016). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.
7. Truong, K.N., Hayes, G.R., Abowd, G.D.: Storyboarding: An empirical determination of best practices and effective guidelines. In: Proceedings of the Conference on Designing Interactive Systems: Processes, Practices, Methods, and Techniques, DIS (2006).
8. Simonsen, J.G.: User Experience. In: The Wiley Handbook of Human Computer Interaction Set (2017). <https://doi.org/10.1002/9781118976005.ch10>.
9. Lifes, E.: Técnicas de salvamento - nado aproximação, mergulho pranchado e abordagem, <https://www.youtube.com/watch?v=Ff0FLNw5m4M>, last accessed 2020/01/10.
10. Jeff Sauro: Measuring Usability with the System Usability Scale, <https://measuringu.com/sus/>, last accessed 2020/01/12.

Anexo I - Elementos do *design* de jogos

TABELA I.1: Dinâmicas de jogo - Conceitos.

[Adaptado de: (Brathwaite & Schreiber, 2009)]

Dinâmicas	Designação
Emoções	São criados diferentes tipos de emoções, para que o utilizar continue a utilizar o ambiente.
Narrativa	Torna o ambiente coerente, seguindo uma lógica.
Progressão	Ideia dada ao utilizar de estar a progredir.
Relacionamentos	Relacionamento entre utilizadores.
Restrições	Limitação de liberdade do utilizador dentro do ambiente

TABELA I.2: Mecânicas de jogo - Conceitos.

[Adaptado de: (Brathwaite & Schreiber, 2009)]

Mecânicas	Designação
Aquisição de recursos	O utilizador coleciona itens que o ajuda a concluir os objetivos.
<i>Feedback</i>	Permite ao utilizador perceber como estão a progredir no ambiente.
Hipótese	Os resultados de ação do utilizador são aleatórios, para criar uma sensação de surpresa e incerteza.
Cooperação e competição	Permite que os utilizadores queiram ser melhores através da competição gerada.
Desafios	Para a realização dos objetivos, existem desafios para serem concluídos.
Recompensas	Benefícios que o utilizador pode receber por uma conquista no ambiente.
Transações	Compra, venda ou troca de itens com outros utilizadores.
Turnos	Cada utilizador tem a sua oportunidade para participar. É muito utilizado em jogos de tabuleiro e de cartas.
Vitória	Os objetivos foram concluídos, dando um sentimento de vitória ao utilizador.

TABELA I.3: Componentes de jogo - Conceitos.

[Adaptado de: (Brathwaite & Schreiber, 2009)]

Componentes	Designação
<i>Avatar</i>	Representação visual da personagem do ambiente.
Bens virtuais	Itens dentro do ambiente que podem ser colecionados e usados. Os utilizadores podem comprar os itens através de dinheiro virtual ou real.
<i>Boss</i>	Representado por um desafio bastante mais difícil que os restantes.
Coleções	Formadas por itens acumulados dentro do ambiente, normalmente são utilizadas medalhas para tal.
Combate	Disputa que ocorre no ambiente para que o utilizador derrote o adversário.
Conquistas	Recompensas dadas ao utilizador por cumprir os objetivos estabelecidos.
Conteúdos desbloqueáveis	A possibilidade de desbloquear certos conteúdos no ambiente, através da realização dos objetivos.
Emblemas/ Medalhas	Representação visual de recompensas dentro do ambiente.
Gráfico social	Capacidade de interagir com outros utilizadores.
Missão	Tarefas que precisam de ser realizadas para se progredir no ambiente.
Níveis	Representação numérica do nível do utilizador. Permitindo ao utilizador evoluir com a realização de tarefas.
Pontos	Atribuição de pontos ao utilizador.
Presentes	Possibilidade de distribuir ao utilizador itens ou moedas virtuais.
<i>Ranking</i>	Tabela classificação com as pontuações dos utilizadores.
<i>Times</i>	Possibilidade de interagir no ambiente com outros utilizadores.